



**PENGELOLAAN KELAS YANG BERBASIS PEMBELAJARAN AKTIF DAN
KREATIF SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN
MAHASISWA TENTANG PENGENDALIAN GULMA**

LAPORAN PELAKSANAAN HIBAH PENGAJARAN

Oleh :

Ir. Uswatun Nurjanah, M.P.

Ir. Nanik Setyowati, Ph.D

Ir. Eko Suprijono, M.P

Dibiayai Oleh

Program Hibah Kompetisi A-2 Jurusan BDP Batch III 2007

Nomor : 503/ J30.1.23/PP/PHK A2/2007

Tanggal : 5 November 2007

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
2008**

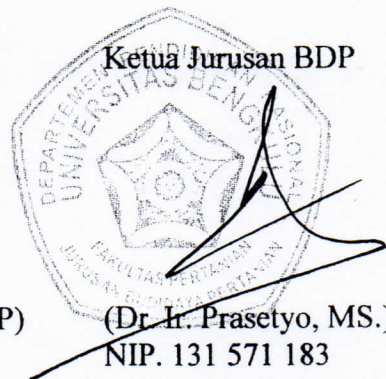
HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HIBAH PENGAJARAN A2 2007/2008

Judul: Pengelolaan Kelas yang Berbasis Pembelajaran Aktif dan Kreatif Sebagai Upaya
Untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa tentang Pengendalian Gulma

| | |
|--|--|
| Pengusul | |
| Nama | : Ir. Uswatun Nurjanah, MP |
| Jenis kelamin | : Perempuan |
| Pangkat/golongan | : Pembina/IVa |
| NIP | : 131696330 |
| Jabatan sekarang | : Lektor Kepala |
| Fakultas/Jurusan | : Pertanian/Budi Daya Pertanian |
| Perguruan tinggi | : Universitas Bengkulu |
| Jangka waktu pembelajaran | : 6 bulan |
| Matakuliah yang diajukan | : Pengendalian Gulma |
| Semester/PS/Jurusan | : V (lima) / Agronomi / Budidaya Pertanian |
| Perkiraan jml. mhs. | : 23 |
| Kelas paralel | : Tidak |
| Bila "Ya", apakah kelas lainnya akan dilibatkan | : |
| Jumlah pengajar | : 3 orang |
| Sumber biaya | : Program Hibah Kompetisi A-2 UNIB |
| Total biaya | : Rp 20.000.000,00 |

Mengetahui
Ketua PS Agronomi

(Ir. Eko Suprijono, MP)
NIP. 131 471 170



(Dr. Ir. Prasetyo, MS.)
NIP. 131 571 183

Bengkulu, 5 Pebruari 2008
Ketua kelompok

(Ir. Uswatun Nurjanah, MP)
NIP. 131696330

RINGKASAN

PENGELOLAAN KELAS YANG BERBASIS PEMBELAJARAN AKTIF DAN KREATIF SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN MAHASISWA TENTANG PENGEADALIAN GULMA (Ir. Uswatun Nurjannah, MP, Nanik Setyowati, PhD., Ir. Eko Suprijono, MP., halaman)

Pengendalian gulma merupakan matakuliah wajib Fakultas yang harus ditempuh oleh mahasiswa program studi agronomi pada semester ganjil pada tahun ketiga perkuliahan mahasiswa. Sebelum mengambil matakuliah ini, mahasiswa harus sudah mengambil matakuliah Botani Umum. Matakuliah ini akan lebih mudah diikuti apabila mahasiswa telah mengambil matakuliah Biologi, Kimia Organik dan An-organik, Dasar-dasar Ilmu Tanah, dan Fisiologi tumbuhan.

Metode pembelajaran yang pernah digunakan untuk perkuliahan pengendalian gulma s yaitu ceramah, diskusi kelompok, dan presentasi. Dengan metode ini bisa menaikkan tingkat kelulusan dari 44,12% pada tahun akademik 2005/2006 menjadi 73,91% pada tahun akademik 2006/2007. Jadi dengan merubah metode pembelajaran maka tingkat kelulusan bisa dinaikkan. Oleh karena itu perlu dicari metode pembelajaran yang lebih sesuai untuk matakuliah pengendalian gulma agar tingkat kelulusan bisa dinaikan.

Tujuan utama pengajuan hibah pengajaran ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada matakuliah pengendalian gulma melalui pengelolaan kelas yang berbasis pada Pembelajaran aktif dan kreatif. Pengelolaan kelas yang berpedoman pada karakteristik mahasiswa (kecerdasan, cara belajar) dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran serta kinerja akademik

Pelaksanaan dari hibah pengajaran ini dimulai tanggal 3 September dan diakhiri tanggal 18 Januari. Metode pembelajaran yang diterapkan adalah ceramah, presentasi, simulasi, dan *role-play*. Ceramah dan presentasi dilaksanakan sesuai dengan jadwal kuliah, sedangkan simulasi dilaksanakan tanggal 4 Januari, dan *role-play* tanggal 15 Januari.

Hasil yang didapat dari hibah pengajaran ini adalah: 1. Pembelajaran dengan menggunakan metode ceramah, presentasi, simulasi dan *role-play* bisa meningkatkan kelulusan mahasiswa peserta kuliah pengendalian gulma, 2. Metode di atas sesuai untuk mahasiswa dengan tingkat pemahaman rata-rata ke bawah. Tidak untuk mahasiswa yang tingkat pemahamannya tinggi, 3. Metode ceramah supaya menarik harus dikombinasikan dengan *collaborativ learning* atau *cooperativ learning*, 4. Bahan ajar mutlak diperlukan

untuk menerapkan metode di atas, 5. Metode simulasi sesuai untuk pembelajaran yang membahas materi dasar, 6. Metode *role-play* sesuai untuk pembelajaran yang membahas materi terapan.

Kunci keberhasilan dari metode ini adalah pengelolaan waktu yang baik serta kedisiplinan dosen dan hasiswa. Oleh karena itu dalam kontrak perkuliahan perlu dibuat dan dijelaskan secara rinci aturan mainnya. Perlu dicari metode pembelajaran yang sesuai untuk mahasiswa yang mempunyai kemampuan penalaran tinggi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Alloh SWT yang selalu memberikan taufik dan hidayahNya sehingga laporan tindakan kelas ini dapat diselesaikan. Penelitian ini di danai oleh Hibah Kompetisi A2 tahun anggaran 2007 dengan nomor kontrak 503/J30.1.23/PP/PHK A2/2007. Adapun judul dari penelitian ini adalah " Pengelolaan Kelas Yang Berbasis Pembelajaran Aktif dan Kreatif Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Tentang Pengendalian Gulma".

Penulis menyadari bahwa penelitian dan penyusunan laporan ini tidak akan terlaksana tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis sampaikan terimakasih kepada:

1. Ketua A2 yang telah memberi kesempatan kepada *team teaching* pengendalian gulma untuk melakukan penelitian ini dan membantu kelancaran administrasi untuk menunjang pelaksanaan penelitian.
2. Ketua Jurusan Budidaya Pertanian dan Ketua Program Studi Agronomi yang telah memberi izin dan fasilitas untuk kelancaran pelaksanaan.
3. Mahasiswa peserta matakuliah pengendalian gulma tahun akademik 2007/2008 yang telah ikut berpartisipasi dalam penelitian ini.
4. Kawan-kawan dosen di program studi agronomi yang telah memberikan masukan dan bimbingan sehingga penelitian ini berjalan lancar.

Semoga kebaikan dan bantuan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat imbalan yang setimpal dari Alloh SWT. Amien.

Akhirnya penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini jauh dari sempurna, maka kritik dan saran penulis sangat nantikan dengan harapan semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.

Bengkulu, 5 Pebruari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| Judul | i |
| Halaman Pengesahan | ii |
| Ringkasan | iii |
| Kata Pengantar | v |
| Daftar Isi | vi |
| Daftar Tabel | vii |
| Daftar Gambar | viii |
| Daftar Lampiran | ix |
| I. Pendahuluan | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan dan Luaran | 5 |
| II. Konsep Pengembangan dan Tinjauan Teoritik | 7 |
| III. Metode Pengembangan dan Implementasinya | 10 |
| IV. Strategi Pelaksanaan dan Hasil yang Dicapai | 13 |
| V. Keberlanjutan | 20 |
| VI. Simpulan dan Saran | 21 |
| VII. Daftar Pustaka | 22 |
| VIII. Lampiran | 23 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Alokasi Waktu Perkuliahan Pengendalian Gulma | 1 |
| 2. Variasi Metode Pembelajaran Matakuliah Pengendalian Gulma yang Ditawarkan | 10 |
| 3. Pembagian kelompok <i>role-play</i> teknik pengendalian dan | 14 |
| Pengelolaan gulma | |
| 4. Prosentase kelulusan dan perolehan nilai akhir pengendalian | 15 |
| gulma tahun akademik 2006/2007 dan 2007/2008 | |
| 5. Rata-rata nilai UTS dan UAS pengendalian gulma | 16 |
| tahun akademik 2006/2007 dan 2007/2008 | |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Garis Besar Program Pengajaran (GBPP) | 24 |
| 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP) | 26 |
| 3. Bahan Ajar | 43 |
| 4. Soal Simulasi | 86 |
| 5. Skenario <i>role-play</i> pengendalian gulma secara kultur teknis | 92 |
| 6. Skenario <i>role-play</i> pengelolaan gulma di danau | 96 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hubungan antara model pembelajaran dan tingkat keterlibatan terhadap tingkat memorisasi | 8 |
| 2. Dosen sedang memberikan kuliah | 15 |
| 3. Mahasiswa sedang diskusi | 15 |
| 4. Pemakalah memaparkan makalahnya | 16 |
| 5. Diskusi di kelas | 16 |
| 6. Simulasi dilaksanakan diluar kelas | 17 |
| 7. Tici membacakan soal simulasi | 17 |
| 8. Donly menjawab soal simulasi | 17 |
| 9. Mahasiswa lain mendiskusikan soal simulasi | 17 |
| 10. <i>Role- play</i> pengendalian gulma secara kimiawi | 18 |
| 11. <i>Role- play</i> pengendalian gulma secara kultur teknis | 18 |
| 12. <i>Role- play</i> pengendalian gulma secara mekanik | 18 |
| 13 <i>Role- play</i> pengendalian gulma secara hayati | 18 |
| 14. <i>Role- play</i> pengelolaan gulma sayuran | 19 |
| 15. <i>Role- play</i> pengelolaan gulma tanaman pangan | 19 |
| 16. <i>Role- play</i> pengelolaan gulma air | 19 |
| 17. <i>Role- play</i> pengelolaan gulma perkebunan | 19 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Matakuliah ini merupakan matakuliah wajib Fakultas yang harus ditempuh oleh mahasiswa program studi agronomi pada semester ganjil pada tahun ketiga perkuliahan mahasiswa. Sebelum mengambil matakuliah ini, mahasiswa harus sudah mengambil matakuliah Botani Umum. Matakuliah ini akan lebih mudah diikuti apabila mahasiswa telah mengambil matakuliah Biologi, Kimia Organik dan An-organik, Dasar-dasar Ilmu Tanah, dan Fisiologi tumbuhan.

Dalam matakuliah ini dibahas materi mengenai: pengertian gulma, biologi dan ekologi berbagai jenis gulma, prinsip pengendalian gulma, berbagai cara pengendalian gulma, fisiologi herbisida dan pengelolaan gulma. Adapun alokasi waktu tatap muka dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini. Selain kuliah di kelas, mahasiswa akan melaksanakan praktikum di laboratorium maupun kebun percobaan dengan materi: identifikasi gulma, analisa vegetasi, mengenal berbagai jenis herbisida dan berbagai formulasi herbisida, mengenal alat semprot punggung, kalibrasi dan aplikasi herbisida, maupun cara kerja herbisida.

Tabel 1. Alokasi Waktu Perkuliahan Pengendalian Gulma

| No | Pokok Bahasan | Alokasi Waktu |
|----|----------------------------|---------------|
| 1 | Pengertian gulma | 2 x 50 menit |
| 2 | Biologi dan ekologi gulma | 4 x 50 menit |
| 3 | Prinsip pengendalian gulma | 2 x 50 menit |
| 4 | Teknis pengendalian gulma | 4 x 50 menit |
| 5 | Fisiologi herbisida | 10 x 50 menit |
| 6 | Pengelolaan gulma | 8 x 50 menit |

Metode pembelajaran yang digunakan untuk perkuliahan Pengendalian Gulma saat ini yaitu ceramah, diskusi kelompok, presentasi, dan kuis. Dengan metode ini bisa menaikkan tingkat kelulusan dari 44,12% pada tahun akademik 2005/2006 menjadi 73,91% pada tahun akademik 2006/2007.

Pada umumnya mahasiswa belajar hanya berorientasi pada nilai, bukan memahami atau menguasai tentang keilmuan yang dipelajarinya. Dengan wawasan yang sempit ini maka banyak mahasiswa yang memperoleh nilai kurang baik dalam matakuliah Pengendalian Gulma. Hal ini terbukti dari kurang baiknya nilai-nilai quiz, ujian tengah semester dan ujian

akhir semester pada tahun 2005/2006. Akibatnya tingkat kelulusan relatif rendah, hanya sekitar 53,91%. Rendahnya tingkat kelulusan berimplikasi pada keharusan mahasiswa untuk mengambil ulang matakuliah tersebut pada tahun berikutnya. Hal ini tentu saja akan memperpanjang masa studinya.

Rendahnya tingkat kelulusan pada matakuliah Pengendalian Gulma disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: rendahnya motivasi belajar, rendahnya daya tangkap, kesulitan memahami istilah-istilah dalam bidang biologi, rendahnya pemahaman referensi yang berbahasa Inggris, rendahnya tingkat kompetisi di antara mahasiswa, dan jarang mau belajar kelompok.

1.2. Perumusan Masalah

Motivasi merupakan salah satu kunci keberhasilan belajar seseorang. Agar mahasiswa lebih tertarik dengan matakuliah Pengendalian Gulma, maka harus diberi motivasi yang tepat. Dilihat dari alasan timbulnya motivasi, maka motivasi dibagi menjadi dua macam yaitu: motivasi eksternal adalah motivasi yang timbul karena adanya stimulus dari luar, misalnya pemberian nilai tambahan jika mahasiswa menyelesaikan tugas dengan benar dan tepat waktu; motivasi internal adalah motivasi yang timbulnya dari dalam diri seseorang, misalnya mahasiswa yang tertarik tentang disiplin ilmu gulma maka mahasiswa akan berusaha mendalami tentang gulma. Dari kuisener yang diberikan kepada mahasiswa di akhir semester pada tahun ajaran 2006/2007 sebagian besar mahasiswa mengatakan bahwa dirinya tidak termotivasi untuk belajar apabila dosen tidak memberikan tugas dan quiz secara berkesinambungan.

Daya tangkap seseorang sangat dipengaruhi oleh tingkat inteligensinya, jika mahasiswa mempunyai tingkat inteligensi tinggi maka materi pembelajaran yang diberikan akan relatif mudah dicerna (dipahami), tetapi jika tingkat inteligensi rendah maka kemampuan untuk memahami sesuatu yang baru, kemampuan untuk mengingat, kemampuan untuk memahami hubungan, kemampuan untuk berfantasi dan kemampuan untuk menggunakan bahasa juga rendah. Rendahnya daya tangkap mahasiswa terhadap materi yang diberikan dalam perkuliahan pada tahun ajaran 2006/2007 tercermin dari sikap mahasiswa yang kurang antusias memberikan jawaban ketika dosen mengajukan suatu pertanyaan, dan ketika diberikan kesempatan untuk bertanya mahasiswa tidak mau memanfaatkan kesempatan tersebut. Ketika dosen melontarkan "*joke*" mahasiswa tidak cepat memberikan respon (misalnya: tertawa).

Istilah-istilah dalam bidang biologi terutama dalam bidang anatomi dan morfologi sering sekali dijumpai dalam matakuliah Pengendalian Gulma, tetapi mahasiswa sulit untuk memahaminya karena banyak menggunakan bahasa latin. Akibatnya mahasiswa kesulitan memahami materi tentang biologi dan ekologi gulma serta fisiologi herbisida. Pada tahun ajaran 2006/2007 mahasiswa secara langsung mengatakan bahwa kesulitan memahami istilah dalam bidang biologi sehingga mahasiswa meminta dosen untuk menerjemahkan istilah-istilah tersebut dalam bahasa Indonesia.

Referensi asing terutama dalam bahasa Inggris sangat diperlukan dalam matakuliah Pengendalian Gulma, mengingat permasalahan gulma di negara Barat lebih kompleks dibandingkan negara Timur. Hal ini mengakibatkan pengendalian gulma di negara Barat lebih berkembang. Oleh karena itu referensi dalam bahasa asing (terutama Inggris) mau tidak mau harus dipahami oleh mahasiswa. Pada tahun ajaran 2006/2007 mahasiswa jika diberi tugas untuk menceritakan kembali isi dari teksbook yang berbahasa Inggris maka isi dari tugas tersebut tidak bisa dipahami karena susunan kalimatnya tidak tepat (tidak teratur).

Ketatnya kompetisi dalam suatu kelas dapat membangkitkan semangat belajar yang tinggi, oleh sebab itu perlu diupayakan kompetisi yang sehat dalam suatu kelas agar mahasiswa yang memperoleh nilai A atau B lebih banyak lagi. Fenomena yang ditemui di lapangan pada tahun ajaran 2006/2007 dari 73,91% mahasiswa yang lulus ternyata 30,43% hanya memperoleh nilai C, 21,74% memperoleh nilai B, dan 21,74% memperoleh nilai A.

Rumusan Masalah

Dari identifikasi permasalahan yang telah kami lakukan pada perkuliahan sebelumnya (tahun ajaran 2006/2007) maka ada empat permasalahan mendasar yang segera perlu ditangani. Keempat permasalahan tersebut merupakan masalah utama yang menyebabkan rendahnya tingkat pemahaman dan kelulusan matakuliah Pengendalian Gulma. Permasalahan tersebut dapat kami rumuskan sebagai berikut:

Pengelolaan kelas yang belum sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa. Sampai saat ini kuliah pengendalian gulma diberikan dengan cara ceramah, diskusi, dan presentasi dengan menggunakan media OHP, Slide, LCD, dan papan tulis. Padahal tingkat kecerdasan dan cara belajar mahasiswa tidak sama (berbeda-beda) sehingga materi perkuliahan yang diberikan pada saat itu belum bisa dipahami oleh sebagian besar mahasiswa.

Kesadaran mahasiswa yang masih rendah untuk memperdalam materi perkuliahan dengan cara belajar mandiri. Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa sebagian besar mahasiswa di

Universitas Bengkulu mempunyai anggapan bahwa yang namanya kuliah adalah duduk di suatu ruangan khusus dengan waktu yang terjadwal untuk mendengarkan dosen ceramah. Anggapan ini bisa muncul karena mahasiswa belum paham benar arti dari Sistem Kredit Semester (SKS).

Kemampuan dan kemauan mahasiswa yang masih rendah untuk membaca dan memahami textbook berbahasa Inggris. Tidak dapat dipungkiri bahwa rata-rata mahasiswa Universitas Bengkulu masih rendah kemauannya untuk membaca berbahasa asing terutama Inggris, apalagi kemampuan mereka dalam memahami dan mengerti isi bacaan tersebut dapat dipastikan masih rendah.

Materi perkuliahan terlalu banyak. Perlu diketahui kuliah Pengendalian Gulma terbagi dalam 4 bab, yaitu: Biologi dan Ekologi Gulma, Teknik Pengendalian Gulma, Fisiologi Herbisida, dan Pengelolaan Gulma. Untuk menyelesaikan semua materi tersebut oleh Jurusan Budidaya Pertanian hanya disediakan waktu 16 kali tatap muka, sehingga seluruh materi tidak bisa diberikan secara tuntas. Sebagai perbandingan di UNSRI disediakan waktu 32 kali tatap muka untuk menyelesaikan materi di atas.

Dari uraian rumusan masalah di atas maka perlu diajukan program hibah pengajaran ini agar dapat ditemukan metode pembelajaran yang tepat dari matakuliah Pengendalian Gulma. Harapan kami sebagai dosen tentu saja pada akhirnya nanti pemahaman mahasiswa tentang gulma dapat ditingkatkan sehingga nilai maupun prosentase kelulusan juga meningkat.

Strategi Pemecahan Masalah

Dari rumusan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya maka permasalahan tersebut dapat diatasi dengan strategi Pembelajaran Aktif dan Kreatif. Hal ini dilakukan agar mahasiswa mempunyai jiwa kemandirian dalam belajar dan kalau bisa diusahakan untuk menumbuhkan daya kreatifitas sehingga mampu membuat inovasi-inovasi. Dengan cara ini seorang dosen bisa menyampaikan materi perkuliahan dengan strategi yang bervariasi dan tentunya melibatkan mahasiswa secara aktif. Adapun metode pembelajaran yang akan diterapkan adalah:

1. Kelompok belajar (*Cooperativ learning*)
2. Diskusi
3. Ceramah
4. Permainan peran (*Roll-play*)
5. Simulasi

Metode diatas dipilih karena metode tersebut mengharuskan mahasiswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, mengajari mahasiswa untuk memecahkan masalah dengan jalan diskusi bersama, dan melatih mahasiswa untuk berkreasi. Dengan cara belajar demikian mahasiswa melibatkan banyak indera belajar sehingga hasil yang dicapai akan lebih baik. Otak akan bisa menyimpan informasi dengan baik apabila dilakukan pengulangan informasi, mempertanyakan informasi, atau mengajarkan informasi kepada orang lain. Dengan ceramah berarti otak menerima informasi dan informasi tersebut akan diulang lagi melalui metode diskusi maupun simulasi. Metode permainan peran maupun belajar kelompok bisa dipakai untuk mengajarkan informasi kepada orang lain. Sedangkan memepertanyakan informasi bisa dilaksanakan dengan penerapan metode diskusi serta belajar kelompok.

1.3. Tujuan dan Luaran

Tujuan utama pengajuan hibah pengajaran ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada matakuliah Pengendalian Gulma melalui pengelolaan kelas yang berbasis pada Pembelajaran Aktif dan Kreatif. Pengelolaan kelas yang berpedoman pada karakteristik mahasiswa (kecerdasan, cara belajar) dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran serta kinerja akademik.

Efektivitas dari metode pembelajaran ini adalah mahasiswa bisa mendapatkan hasil belajar yang maksimum. Ketika mahasiswa pasif (hanya menerima dari dosen) ada kecenderungan untuk cepat melupakan informasi yang telah diberikan oleh dosen. Oleh sebab itu diperlukan perangkat tertentu untuk dapat mengikat informasi yang baru saja diterima dari dosen. Belajar aktif dan kreatif adalah salah satu cara untuk mengikat informasi yang baru diterimanya kemudian menyimpannya dalam otak. Pertimbangan lain untuk menggunakan startegi pembelajaran aktif dan kreatif adalah realita bahwa mahasiswa mempunyai cara belajar yang berbeda-beda. Ada mahasiswa yang lebih senang membaca, ada yang senang berdiskusi, dan ada juga yang senang praktik langsung. Untuk dapat membantu mahasiswa agar bisa belajar dengan maksimal maka kesenangan dalam belajar itu sebisa mungkin diperhatikan. Untuk dapat mengakomodir kebutuhan tersebut adalah dengan menggunakan variasi strategi pembelajaran yang beragam yang banyak melibatkan indera belajar.

Efisiensi dari metode ini adalah dosen bisa mengorganisir waktu dengan baik. Dosen bisa bebas mengatur waktunya dengan fleksibel karena dalam metode ini dosen hanya berperan sebagai motivator, mediator, dan fasilitator. Ini sangat membantu untuk dosen yang sibuk (harus mengajar dua kelas atau lebih dalam sehari); apabila menggunakan metode

ceramah tentu saja sangat melelahkan. Ditinjau dari sudut pembiayaan, metode ini lebih efisien karena bisa mengurangi penggunaan listrik dan spidol *white board* (keduanya merupakan bahan habis pakai).

Daya tarik dari model pembelajaran dan media belajar yang ditawarkan adalah mahasiswa akan merasakan suasana belajar yang lebih menyenangkan, tidak monoton sehingga hasil belajar dapat dimaksimalkan. Belajar aktif dan kreatif adalah suatu pembelajaran yang mengajak mahasiswa untuk belajar secara aktif dan bisa mengkreasikan dari hasil belajarnya. Ketika mahasiswa belajar dengan aktif berarti mereka terlibat secara langsung dalam aktifitas pembelajaran. Dengan ini mereka secara aktif menggunakan otak untuk menemukan ide pokok dari materi kuliah, memecahkan persoalan, atau mengaplikasikan apa yang baru mereka pelajari ke dalam satu persoalan yang ada dalam kehidupan nyata.

Luaran yang terukur dan teramati dari program ini secara keseluruhan adalah peningkatan pemahaman dan nilai mahasiswa dalam ujian atau evaluasi hasil belajar. Secara lebih rinci dapat diuraikan: meningkatkan kesiapan mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan, meningkatkan daya konsentrasi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan, meningkatkan kesadaran dan motivasi dalam belajar mandiri, mengajarkan kepada mahasiswa untuk memecahkan persoalan secara bersama-sama, meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang gulma, memberikan bekal yang cukup bagi mahasiswa untuk terjun di masyarakat agraris, dan meningkatkan sistem mengajar bagi dosen sehingga dosen dapat memanfaatkan waktu sebaik-baiknya.

II. KONSEP PENGEMBANGAN DAN TINJAUAN TEORITIK

Kemampuan pengelolaan kelas sangat menentukan keberhasilan pembelajaran. Tanpa kemampuan pengelolaan kelas yang efektif, segala kemampuan dosen yang lain dapat menjadi netral dalam arti kurang memberikan pengaruh atau dampak positif terhadap pembelajaran mahasiswa. Kemampuan pengelolaan kelas sering juga disebut kemampuan menguasai kelas dalam arti seorang dosen harus mampu mengontrol atau mengendalikan perilaku para mahasiswanya sehingga mereka terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Tiada gunanya seorang dosen menguasai bahan ajar, tidak bermanfaat kemampuannya menciptakan kegiatan-kegiatan belajar yang menarik sesuai dengan pokok bahasan, tiada banyak gunanya dia mengetahui jenis pertanyaan yang perlu ditanyakan atau kemampuannya menjelaskan pelajaran secara jelas (gamblang), jika segala yang diupayakan dosen itu tidak diperhatikan atau didengarkan oleh mahasiswanya.

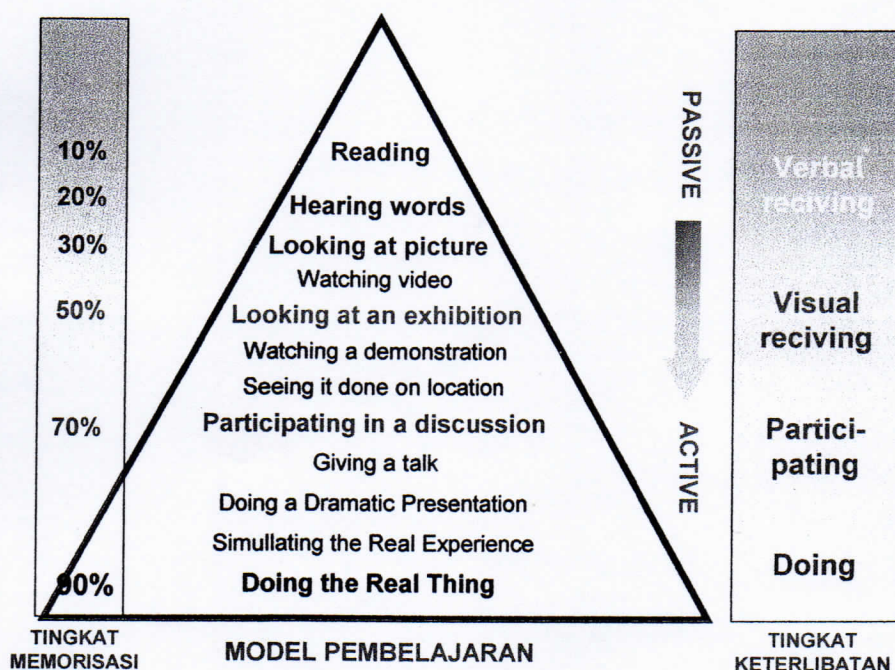
Menurut Wragg (1996) tekanan dari pengelolaan kelas adalah pada tindakan dan renungan (*action and reflection*), yang merupakan dua sisi dari satu proses. Keduanya saling melengkapi, yang satu tidak efektif tanpa yang lain. Tindakan tanpa renungan merupakan pengulangan cara yang sama tanpa perbaikan. Renungan artinya kita selalu berpikir dan bertanya mengapa misalnya suatu tindakan gagal atau berhasil, bagaimana caranya melakukan perbaikan sehingga dapat berhasil atau lebih berhasil lagi. Renungan tanpa tindakan hanya merupakan gagasan atau angan-angan belaka.

Kondisi global saat ini menghendaki perubahan kompetensi lulusan karena adanya tuntutan dari persyaratan kerja. Hal ini tentu saja mengharuskan adanya perubahan paradigma pengetahuan, belajar dan mengajar serta kurikulum yang pada akhirnya bermuara pada perubahan pembelajaran. Soekanto dan Winataputra (1977) menyatakan: Proses pembelajaran yang baik tidak terpusat pada dosen (*Teacher centered learning*) tetapi terpusat pada mahasiswa (*Student centered learning/SCL*). Perubahan kurikulum nasional 1994 menjadi kurikulum berbasis kompetensi (KBK 2004) merupakan salah satu contoh nyata dari perubahan pembelajaran di perguruan tinggi untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional.

Metode *SCL* tidak mengharuskan bagaimana dosen mengajar dengan baik tetapi bagaimana mahasiswa bisa belajar dengan baik dan berkelanjutan. Terjadi perubahan peran dosen dari transfer pengetahuan menjadi motivator, mediator, dan fasilitator. Dosen bukan lagi berperan sebagai guru yang menyampaikan ilmu pengetahuan melainkan seseorang yang mengorganisasikan pengalaman-pengalaman dari kehidupan sebenarnya menjadi suatu

pengalaman dan pengetahuan baru yang memberi arti baru bagi mahasiswa (Pannen dan Sadjati, 2001). Untuk itu mahasiswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Kami telah melakukan evaluasi terhadap pembelajaran matakuliah Pengendalian Gulma selama dua tahun terakhir. Dari evaluasi diperoleh hasil bahwa dengan merubah proses pembelajaran dari mahasiswa pasif menerima pengetahuan menjadi aktif maka dapat meningkatkan pemahaman tentang materi perkuliahan yang diikuti oleh peningkatan nilai kelulusan. Pada tahun akademik 2005/2006 kami mengajar dengan metode ceramah, dan menghasilkan kelulusan 44,12%. Pada tahun akademik 2006/2007 metode pembelajaran diubah dari ceramah menjadi ceramah dan diskusi. Ternyata dengan melibatkan mahasiswa secara aktif dalam proses pembelajaran ini berdampak positif pada peningkatan kelulusan, yaitu sebesar 73,91%. Hal ini sesuai dengan apa yang dijelaskan oleh Riyanto (2007) saat lokakarya *Student Centered Learning*; apabila proses pembelajaran itu diubah dari pasif menjadi aktif maka tingkat memori mahasiswa dapat dipertinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Hubungan antara model pembelajaran dan tingkat keterlibatan terhadap tingkat memorisasi

Program hibah pengajaran yang diusulkan ini mengajukan hipotesis bahwa pemahaman, proses dan hasil pembelajaran matakuliah Pengendalian Gulma bisa ditingkatkan dengan menerapkan cara pengelolaan kelas yang berbasis pada pembelajaran aktif dan kreatif dengan menggunakan metode yang bervariasi dan tepat. Ketepatan suatu metode

pembelajaran akan menentukan tingkat pemahaman yang nantinya berimplikasi pada peningkatan perolehan nilai dan prosentase kelulusan. Anonim () menyatakan pembelajaran secara aktif yang terpusat pada mahasiswa perlu dilakukan karena bisa membangun kompetensi dan bakat mahasiswa.

III. METODE PENGEMBANGAN SISTEM PEMBELAJARAN

Pelaksanaan dari program hibah pengajaran ini menggunakan metode pembelajaran bervariasi dalam setiap kali tatap muka (satu kali tatap muka menjelaskan satu topik), tetapi variasinya dibatasi hanya menggunakan 3 metode (maksimum). Variasi metode yang diterapkan tidak sama untuk setiap kali topik perkuliahan karena setiap topik mempunyai karakteristik yang berbeda. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Variasi metode pembelajaran matakuliah Pengendalian Gulma yang ditawarkan

| No | Materi Kuliah | Metode | Waktu | Keterangan |
|----|---|--|----------------------------------|--|
| 1 | Pendahuluan, Biologi dan Ekologi Gulma (pertemuan ke 1 – 4) | Ceramah, Diskusi, simulasi, Kuis | 70 menit 20 menit 10 menit | Simulasi dilaksanakan pada akhir pertemuan 4 selama 30 menit dengan alokasi mengambil waktu ceramah dan diskusi |
| 2 | Teknik Pengendalian Gulma (pertemuan ke 5 – 8) | Ceramah, Diskusi, <i>Roll-play</i> , Kuis | 70 menit 20 menit 10 menit | <i>Roll-play</i> dilaksanakan pada akhir pertemuan 8 selama 40 menit dengan alokasi mengambil waktu ceramah dan diskusi |
| 3 | Formulasi Herbisida (pertemuan ke 9 – 12) | Ceramah, Diskusi, Simulasi, Kuis | 70 menit 20 menit 10 menit | Simulasi dilaksanakan pada akhir pertemuan 12 selama 30 menit dengan alokasi mengambil waktu ceramah dan diskusi |
| 4 | Pengelolaan Gulma (pertemuan ke 13 – 16) | Ceramah, Diskusi, <i>Roll-play</i> Kuis | 70 menit 20 menit 10 menit | <i>Roll-play</i> dilaksanakan pada akhir pertemuan 16 selama 40 menit dengan alokasi mengambil waktu ceramah dan diskusi |

Prosedur yang telah dilaksanakan dalam proyek ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

Perencanaan, yang mencakup penyusunan kembali Garis-Garis Besar Program Pengajaran (GBPP) yang berdasarkan pada kurikulum berbasis kompetensi, Satuan Acara Perkuliahan, dan inventarisasi berbagai sumber pustaka berupa buku dan textbook yang akan digunakan. Tidak kalah pentingnya adalah pembuatan soal-soal dan kuisener (angket) yang akan digunakan untuk observasi dan evaluasi proses pembelajaran.

Implementasi, yang berupa penjelasan tentang program pembelajaran yang akan diterapkan, bagaimana cara kerja program ini, apa kegunaan program ini bagi mahasiswa maupun dosen, serta pembuatan kontrak perkuliahan.

Observasi terhadap materi pembelajaran dilaksanakan melalui:

- a. Pada setiap akhir tatapmuka dilaksanakan tes yang bertujuan untuk mengevaluasi ketuntasan belajar dan memori jangka pendek dari setiap mahasiswa. Bagi mahasiswa yang nilainya lebih kecil 56, dikatakan belum tuntas (lulus) untuk kompetensi dasar tersebut, sehingga perlu mengikuti program remedial yang pelaksanaan di luar jam tatapmuka dengan cara pemberian tugas dan pada saat mahasiswa mengumpulkan tugas diberikan beberapa pertanyaan mengenai tugas yang dibuatnya untuk mengetahui apakah mahasiswa tersebut benar-benar memahami materi yang diberikan. Tugas tersebut harus dikumpulkan sebelum jam tatapmuka berikutnya.
- b. Evaluasi formatif yaitu tes yang dilaksanakan pada setiap akhir bab. Fungsinya untuk mengukur memori jangka panjang mahasiswa setelah belajar satu bab. Soal yang digunakan sebaiknya variatif, baik obyektif maupun uraian yang meliputi pemahaman, aplikasi dan analisis.
- c. Simulasi diberikan empat minggu sekali pada akhir tatapmuka ke 4 dan 8 selama 30 menit. Caranya yaitu mahasiswa dalam satu kelas dibagi menjadi 3 kelompok, yang selanjutnya masing-masing kelompok diberi permainan simulasi yang mengadopsi dari simulasi P-4 yang sudah dimodifikasi menyerupai permainan ular tangga. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut: 1. Siapkan papan permainan ular tangga dengan satu dadu dan satu orang-orangan yang sudah dilengkapi dengan kartu soal yang jumlahnya sesuai dengan banyak nomor di papan permainan (kira-kira 100 soal), 2. Kocok dadu dan jalankan orang-orangan tersebut sesuai dengan angka yang tertera di dadu, 3. Ambil kartu soal pada nomor yang sama dengan tempat orang-orangan, 4. Jawab soal tersebut dengan waktu maksimum 1 menit. Permainan ini digunakan untuk pemantapan materi perkuliahan yang berupa pemahaman konsep. Manfaat yang diperoleh dari metode ini adalah efektifitas transfer pengetahuan
- d. Tugas kelompok diberikan empat minggu sekali pada akhir tatapmuka ke 8 dan 16 dengan menggunakan metode *roll-play*. Adapun caranya adalah mahasiswa dibagi menjadi 4 kelompok dan masing-masing kelompok diberi tugas yang berbeda untuk membuat skenario dan memerankan skenario tersebut dalam waktu 10 menit. Setiap

mahasiswa dapat memerankan satu peran atau lebih. Skenario yang dibuat oleh mahasiswa harus diperiksa terlebih dahulu oleh dosen sebelum dipentaskan. Setelah *roll-play* selesai dosen melakukan refleksi dan evaluasi. Manfaat yang diperoleh dari metode ini adalah efektifitas transfer pengetahuan dan untuk mengetahui memori jangka panjang dari mahasiswa (Zaini, dkk.,).

- e. Evaluasi sumatif, dilakukan dua kali dalam satu semester yaitu pada tengah semester dan akhir semester. Tes ini berupa tes komprehensif mengenai materi perkuliahan secara keseluruhan. Tes ini selain untuk mengukur tingkat pemahaman dan analisis mahasiswa tentang materi perkuliahan, juga untuk menentukan tingkat ketercapaian dari program yang diajukan. Hal ini dapat didekati dengan membandingkan nilai akhir mahasiswa pada tahun sebelumnya dengan nilai akhir mahasiswa pada tahun program ini dilaksanakan.
- f. Untuk menumbuhkan motivasi mahasiswa memahami teksbook berbahasa Inggris maka pada materi pokok pengendalian gulma secara kimiawi dan formulasi herbisida *hand-out* dibuat dalam bahasa Inggris serta pada 10 menit pertama dari perkuliahan dibuka dengan satu artikel bahasa Inggris tentang gulma (1 paragraf) dan mahasiswa disuruh mendiskusikan apa isi dari artikel tersebut.
- g. Penilaian terhadap aspek afektif mahasiswa diperoleh melalui angket dan pengamatan yang sistematis dan berkelanjutan. Angket diberikan guna menilai sikap, minat, emosi dan motivasi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan dan dilakukan setelah 16 kali tatap muka (akhir perkuliahan). Penilaian sistematis dan berkelanjutan dilakukan setiap kali perkuliahan yaitu dengan cara melihat antusiasme mahasiswa dalam perkuliahan (bertanya, menjawab pertanyaan, kehadiran), serta saat mahasiswa mengikuti diskusi

Refleksi (replanning).

Metode pembelajaran yang sudah tepat (cocok) dapat digunakan untuk tahun berikutnya, sedangkan yang belum tepat (cocok) dilakukan pengkajian ulang oleh tim dosen untuk mencari solusinya. Untuk mengetahui metode pembelajaran tersebut tepat atau tidak maka bisa dilakukan evaluasi (berupa test obyektif) pada setiap akhir perkuliahan. Apabila 75% dari mahasiswa memperoleh nilai minimum 56 (nilai ini merupakan ketuntasan belajar minimum yang ditetapkan oleh tim pengajar) maka metode pembelajaran sudah sesuai untuk mahasiswa. Jika mahasiswa yang memperoleh nilai 56 kurang dari 75% berarti metode pembelajaran yang diterapkan tidak sesuai untuk mahasiswa.

IV. STRATEGI PELAKSANAAN DAN HASIL YANG DICAPAI

4.1. Strategi Pelaksanaan

Pelaksanaan dari hibah pengajaran ini dimulai tanggal 3 September dan diakiri tanggal 18 Januari. Secara keseluruhan tidak sesuai dengan jadwal yang diajukan dikarenakan pengumuman tentang penerimaan hibah pengajaran ini baru kami terima pada tanggal 5 Oktober 2007. Metode yang pelaksanaannya tidak sesuai dengan jadwal adalah simulasi dan *role-play*, sehingga metode ini baru bisa kami laksanakan pada tanggal 27 dan 28 Desember 2007 serta 3 Januari 2008.

Adapun teknik pelaksanaannya adalah pada tanggal 27 Desember mahasiswa melaksanakan simulasi selama 2 jam (120 menit) dengan alokasi waktu pada 60 menit pertama simulasi untuk topik biologi dan ekologi gulma, sedangkan pada 60 menit kedua untuk topik fisiologi herbisida. Dari kegiatan ini kita bisa menilai pemahaman setiap individu mahasiswa terhadap materi perkuliahan. *Role-play* untuk topik teknik pengendalian gulma dilaksanakan pada tanggal 28 Desember 2007 dan pada tanggal 3 Januari 2008 untuk pelaksanaan topik pengelolaan gulma. Ke-dua kegiatan ini dilaksanakan diluar ruangan.

Simulasi dilakukan dengan cara: masing-masing mahasiswa secara bergantian mengocok kartu soal yang dilanjutkan dengan menjawab soal tersebut. Setelah itu permasalahan yang ada pada soal tersebut didiskusikan secara bersama-sama (gambar 6 – 9) . Dari kegiatan ini kita bisa menilai tingkat pemahaman masing-masing individu mahasiswa terhadap materi perkuliahan yang telah mereka pelajari. Untuk pelaksanaan *Role-play*, mahasiswa sebanyak 22 dibagi menjadi 4 kelompok dan masing-masing kelompok untuk memerankan/mementaskan drama selama 30 menit sesuai dengan skenario yang ditulis (gambar 10 – 17). Dari kegiatan ini kita bisa menilai kerja kelompok dan peranan/aktifitas masing-masing anggota kelompok dalam kelompoknya (penilaian ini dilakukan oleh anggota kelompok), misalnya Donly menilai Reci, Tichi, Mita dan Weni; sedangkan Reci menilai Donly, Tichi, Mita dan Weni.

Tabel 3. Pembagian kelompok *Role-play* teknik pengendalian dan pengelolaan gulma

| No | Materi | Nama Mahasiswa |
|----|------------------------------|---|
| 1 | Pengendalian mekanis | Nasrul Huda, Reli Pribadi, Melva M, Era maya, Pepti |
| 2 | Pengendalian Kulturteknis | Donly, Reci. Tichi, Mita, Weni |
| 3 | Pengendalian Kimiawi | Sartika, Dewi Yuliani, Erviana, Ita, Eko, Oka |
| 4 | Pengendalian Hayati | Yuliani, Endang, Agrestinia, Budi, Hendri, Bambang |
| 5 | Pengelolaan gulma sayuran | Sartika, Pepti, Melva, Dewi Yuliani |
| 6 | Pengelolaan gulma perkebunan | Donly, Reci. Tichi, Mita, Weni |
| 7 | Pengelolaan gulma air | Ita, Hendri, Era, Oka |
| 8 | Pengelolaan gulma pangan | Agrestinia, Bambang, Endang, Budi, Yuliani |

4.1. Hasil yang Dicapai

Hibah pengajaran ini bertujuan untuk mendapatkan metode pembelajaran yang memudahkan mahasiswa untuk memahami dan mengapresiasi materi perkuliahan pengendalian gulma. Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 22 dengan rincian sebagai berikut: angkatan 2000 sebanyak 2 mahasiswa, angkatan 2003 sebanyak 3 mahasiswa, angkatan 2004 sebanyak 6 mahasiswa, dan angkatan 2005 sebanyak 11 mahasiswa.

Hasil hibah pengajaran ini kami laporkan dalam bentuk angka (untuk data terukur) dan gambar (untuk data tidak terukur). Data terukur digunakan untuk menilai aspek kognitif mahasiswa dan diperoleh dari nilai tugas, kuis, ujian tengah semester maupun akhir semester, dan presentasi (nilai makalah). Data tidak terukur digunakan untuk menilai aspek afektif mahasiswa dan diperoleh dari nilai diskusi saat presentasi, simulasi dan *role-play*.

Tolok ukur yang digunakan untuk mengetahui bahwa program hibah pengajaran ini berjalan dengan baik adalah antusiasme mahasiswa dalam mengikuti program ini. Mahasiswa mau berperan secara aktif dalam semua metode pembelajaran yang diterapkan. Pada saat dosen menyampaikan materi perkuliahan dengan metode ceramah mahasiswa mau memperhatikan dan menyimak dengan baik, ketika metode diskusi diterapkan mahasiswa berperan aktif yang diaktualisasikan dengan banyaknya pertanyaan yang diajukan. Demikian juga dengan metode simulasi maupun *Role-play*. Mahasiswa diharapkan mempunyai antusiasme tinggi dalam mengikuti permainan simulasi dan memainkan peran pada saat *Role-play* dilaksanakan.

Tabel 4. Prosentase Kelulusan dan Perolehan Nilai Akhir Pengendalian Gulma Tahun Akademik 2006/2007 dan 2007/2008

| No | Tahun akademik | Prosentase Nilai | | | | | Prosentase Kelulusan |
|----|----------------|------------------|-------|-------|-------|------|----------------------|
| | | A | B | C | D | E | |
| 1 | 2006/2007 | 21,74 | 21,74 | 30,43 | 17,39 | 8,70 | 73,90 |
| 2 | 2007/2008 | 9,09 | 45,45 | 40,90 | 4,60 | 0,00 | 94,00 |

Dari tabel 4 di atas dapat dijelaskan bahwa prosentase kelulusan tahun akademik 2007/2008 (94 %) lebih tinggi bila dibandingkan dengan tahun akademik 2006/2007 (73,9%). Kenaikan prosentase kelulusan ini mencapai 20,1%. Hal ini disebabkan metode pembelajaran yang dipakai berbeda. Tahun akademik 2006/2007 menggunakan metode pembelajaran ceramah dan diskusi sedangkan pada tahun akademik 2007/2008 menggunakan metode pembelajaran ceramah, diskusi, simulasi, dan *Role-play*.

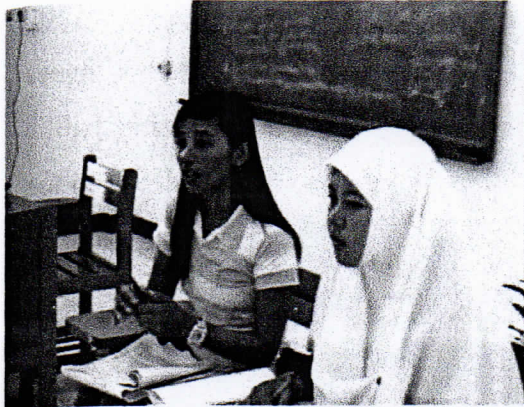
Metode pembelajaran diskusi, simulasi, dan *Role-play* yang diterapkan pada tahun akademiuk 2007/2008 lebih menarik, aplikatif, dan efektif. Disamping itu dengan metode tersebut mahasiswa selalu terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Ketika mahasiswa belajar secara aktif berarti mereka mendominasi aktifitas pembelajaran. Dengan ini mereka secara aktif menggunakan otak, baik untuk menemukan ide pokok dari materi kuliah, memecahkan persoalan, atau mengaplikasikan apa yang baru mereka pelajari ke dalam suatu persoalan yang dal;am kehidupan nyata. Dengan belajar aktif ini mahasiswa diajak untuk turut serta dalam semua proses pembelajaran, tidak hanya mental akan tetapi juga melibatkan fisik. Dengan cara ini mahasiswa merasakan suasana yang lebih menyenangkan sehingga hasil pembelajaran dapat dimaksimalkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2 – 17.



Gambar 2. Dosen sedang memberikan kuliah



Gambar 3. Mahasiswa sedang diskusi



Gambar 4. Pemakalah memaparkan makalahnya



Gambar 5. Diskusi di kelas

Gambar 2 – 5 di atas menjelaskan suasana perkuliahan yang disampaikan dengan metode ceramah. Dosen menyampaikan materi perkuliahan seperlunya saja kemudian mahasiswa dibagi menjadi 5 kelompok dan masing-masing

Ketika ada informasi yang baru, otak manusia tidak hanya sekedar menerima dan menyimpan. Akan tetapi otak manusia akan memproses informasi tersebut sehingga dapat dicerna kemudian disimpan. Otak perlu beberapa langkah untuk dapat menyimpan informasi. Langkah-langkah itu bisa berupa pengulangan informasi, mempertanyakan informasi atau mengajarkannya kepada orang lain. Oleh karena itu, betapapun menariknya materi kuliah disampaikan dengan ceramah, otak tidak akan lama menyimpan informasi yang diberikan karena tidak terjadi proses penyimpanan dengan baik.

Tabel 5. Rata-rata Nilai Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS) matakuliah Pengendalian Gulma Tahun Akademik 2006/2007 dan 2007/2008.

| No | Tahun akademik | UTS | | | UAS | | |
|----|----------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | | Tertinggi | Terendah | Rata-rata | Tertinggi | Terendah | Rata-rata |
| 1 | 2006/2007 | 84,50 | 24,50 | 54,80 | 100 | 0,00 | 58,10 |
| 2 | 2007/2008 | 83,10 | 54,50 | 65,76 | 94,25 | 57,00 | 75,81 |

Dari Tabel 5 di atas dapat dijelaskan secara keseluruhan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan pada tahun akademik 2007/2008 dapat meningkatkan pemahaman tentang pengendalian gulma bagi mahasiswa yang mempunyai kemampuan akademik rata-rata dan di bawah rata-rata. Hal ini menunjukkan anak-anak dengan kemampuan akademik rata-rata maupun di bawah rata-rata pemahamannya dapat ditingkatkan dengan jalan selalu terlibat aktif dalam setiap pembelajaran. Perlu diketahui nilai UTS maupun UAS tahun akademik

2007/2008 diperoleh dari nilai ujian tertulis maupun nilai simulasi dan *Role-play*. Mahasiswa sangat antusias selama mengikuti simulasi maupun *Role-play*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 – 17 dan Lampiran yang berbentuk CD simulasi (CD 1) maupun *Role-pla* (CD 2 dan 3).



Gambar 6. Simulasi dilaksanakan diluar kelas



Gambar 7. Tici membacakan soal simulasi



Gambar 8. Donly menjawab soal simulasi



Gambar 9. Mahasiswa lain mendiskusikan soal simulasi

Simulasi yang dilaksanakan di luar ruangan ternyata membuat mahasiswa bisa merasa *fresh* dan *enjoy* selama kegiatan dilaksanakan. Dari Gambar 7 di atas terlihat Tici sedang membaca soal kemudian berusaha untuk menjawabnya. Berhubung Donly belum jelas dengan jawaban yang diberikan oleh Tici maka dia menanyakan apa maksud jawaban tersebut. Tetapi Tici tidak bisa menjelaskan lebih lanjut sehingga perlu bantuan kawan-kawanya. Maka soal yang dibacakan oleh Tici tadi dicari pemecahannya dengan cara diskusi. Disini mahasiswa sudah menerapkan belajar kelompok. Belajar dengan metode simulasi ini membuat pembelajaran jadi hidup, semua mahasiswa terlibat secara aktif dan bisa saling bantu membantu.



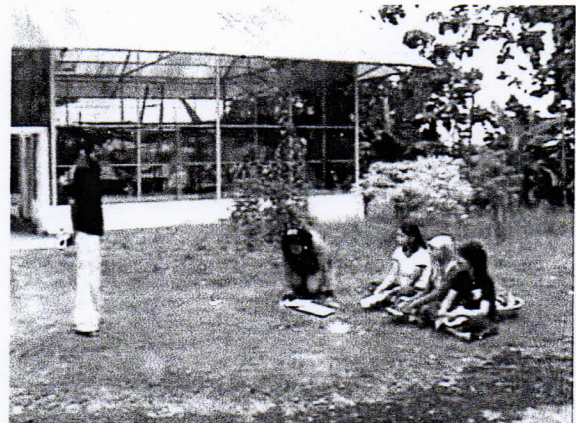
Gambar 10. *Role-play* pengendalian gulma secara kimiawi



Gambar 11. *Role-play* pengendalian gulma secara kultur teknis

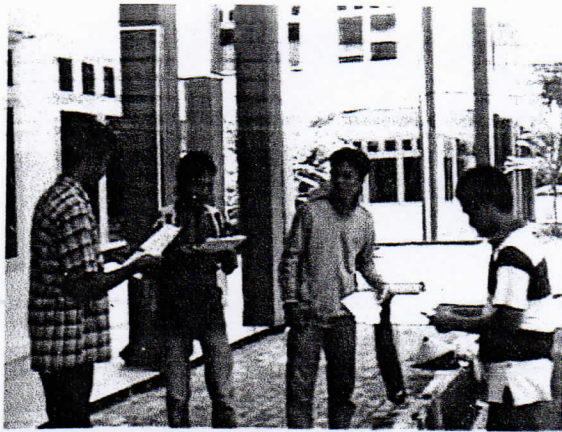


Gambar 12. *Role-play* pengendalian gulma secara mekanik

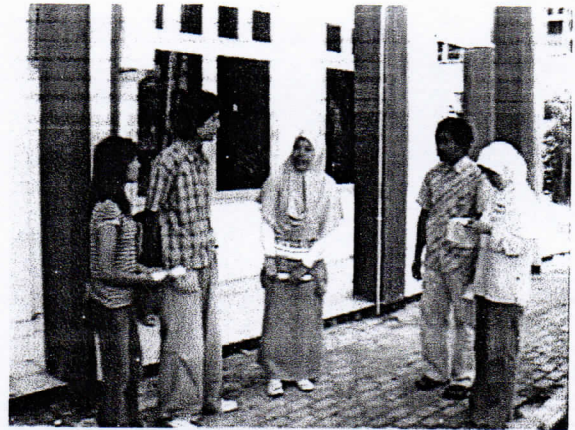


Gambar 13. *Role-play* pengendalian gulma secara hayati

Gambar 10 – 13 menceritakan proses pembelajaran teknik pengendalian gulma dengan metode *Role-play*. Belajar di perguruan tinggi adalah mahasiswa harus bisa mengkreasikan dari teori yang mereka dapat. *Role-play* merupakan salah satu bentuk kreasi dari teori yang pernah mereka dapatkan. Dari gambar di atas terlihat mahasiswa begitu menikmati kegiatan tersebut. Disini mahasiswa sudah bisa membangun konsep tentang teknik pengendalian gulma. Sebagai contoh adalah skenario yang ditulis oleh kelompok Donly untuk mengkreasikan teknik pengendalian gulma secara kultur teknik (Lampiran). Kelompok ini bisa membuat konsep bahwa pengendalian dengan mulsa plastik hitam perak di pertanaman cabai lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan dengan menggunakan mulsa ilalang. Keuntungan yang diperoleh petani adalah kualitas dan kuantitas hasil lebih baik sehingga harga jualnya lebih tinggi (Gambar 11).



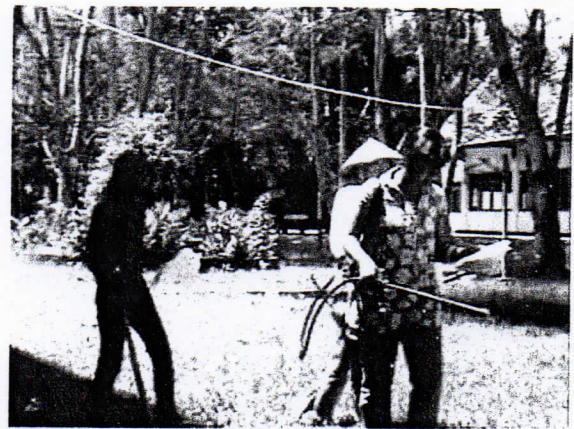
Gambar 14. *Role-play* pengelolaan gulma sayuran



Gambar 15. *Role-play* pengelolaan gulma tanaman pangan



Gambar 16. *Role-play* pengelolaan gulma air



Gambar 17. *Role-play* pengelolaan gulma perkebunan

Gambar 14 – 17 menceritakan tentang pengelolaan gulma. Tidak berbeda dengan teknik pengendalian gulma, disini mahasiswa juga sangat kreatif. Disamping itu mahasiswa juga sudah bisa membangun konsep dengan melihat akar permasalahannya. Misalnya skenario yang ditulis oleh kelompok Ita yang memerankan pengelolaan gulma air (Lampiran). Kelompok ini bisa mencari akar permasalahan eceng gondok yang selalu ada di sawah petani, padahal gulma tersebut selalu dikendalikan. Ternyata akar permasalahannya ada pada saluran irigasi (Gambar 16). Eceng gondok selalu ada di sawah petani karena saluran irigasinya ditumbuhi gulma tersebut sehingga ketika petani membuka saluran maka gulma tersebut juga ikut masuk ke sawah terbawa oleh aliran air. Maka untuk mengendalikannya saluran irigasi harus dibersihkan dari gulma tersebut. Demikian juga yang diperankan oleh kelompok Reci. Kelompok ini mendapat tugas tentang pengelolaan gulma perkebunan (Gambar 17). Mereka membangun konsep bahwa perkebunan mempunyai areal yang luas sehingga pengendalian gulma yang paling ekonomis adalah secara kimiawi. Mereka menggunakan alat semprot punggung untuk menyemprotkan herbisida.

V. KEBERLANJUTAN

Metode pembelajaran dengan menggabungkan lebih dari satu teknik hasilnya lebih baik karena mahasiswa tidak mudah bosan. Matakuliah pengendalian gulma tahun akademik 2007-2008 menggunakan metode ceramah, presentasi, simulasi dan *role-play*. Dengan formulasi metode tersebut mahasiswa lebih mudah mengolah informasi yang dia terima dan otak bisa menyimpan informasi tersebut lebih lama. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai tahun ini lebih baik bila diandingkan dengan tahun lalu untuk mahasiswa yang mempunyai tingkat kecerdasan rata-rata, tidak untuk yang tingkat kecerdasannya tinggi. Oleh karena itu masih perlu dicari lagi formulasi pembelajaran yang sesuai untuk mahasiswa dengan tingkat kecerdasan tinggi.

Bagaimana dengan matakuliah yang lainnya? Apakah bisa mengadopsi formulasi (teknik) ini? Jawabannya bisa ya dan bisa tidak. Untuk menerapkan suatu formulasi teknik pembelajaran tentu saja kita harus tahu karakteristik matakuliah tersebut dan kondisi mahasiswanya. Untuk itu dosen harus terus belajar tentang proses pembelajaran di perguruan tinggi sehingga didapatkan metode mengajar yang sesuai dengan karakteristik matakuliah dan kondisi mahasiswa.

Perkuliahan dengan metode ceramah masih bisa digunakan, tetapi harus dikombinasikan dengan *cooperativ learning* atau *collaborativ learning*. Hal ini diperlukan agar supaya mahasiswa ikut terlibat langsung dalam proses pembelajaran sehingga tahu apa yang dia inginkan dalam perkuliahan tersebut. Disamping itu dengan terlibat aktif maka mahasiswa tidak merasa jenuh dan bosan karena otaknya dirangsang untuk ikut berpikir dengan memecahkan permasalahan yang harus didiskusikan oleh anggota kelompok.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

6.1. Simpulan

1. Pembelajaran dengan menggunakan metode ceramah, presentasi, simulasi dan *role-play* bisa meningkatkan kelulusan mahasiswa peserta kuliah pengendalian gulma.
2. Metode di atas sesuai untuk mahasiswa dengan tingkat pemahaman rata-rata ke bawah. Tidak untuk mahasiswa yang tingkat pemahamannya tinggi
3. Metode ceramah supaya menarik harus dikombinasikan dengan *collaborativ learning* atau *cooperativ learning*.
4. Bahan ajar mutlak diperlukan untuk menerapkan metode di atas.
5. Metode simulasi sesuai untuk pembelajaran yang membahas materi dasar.
6. Metode *role-play* sesuai untuk pembelajaran yang membahas materi terapan.

6.2. Saran

1. Kunci keberhasilan dari metode ini adalah pengelolaan waktu yang baik serta kedisiplinan dosen dan hasiswa. Oleh karena itu dalam kontrak perkuliahan perlu dibuat dan dijelaskan secara rinci aturan mainnya.
2. Perlu dicari metode pembelajaran yang sesuai untuk mahasiswa yang mempunyai kemampuan penalaran tinggi

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. . *Active Teaching and Larning*. www.league.org/gettingresult/. 6 September2007.
2. Cruikshank. 1995. *The Act of Teaching*. McGraw-Hill Inc. Montreal.
3. Pannen, P. dan I.M. Sadjati. 2001. Pembelajaran Orang Dewasa. Proyek Pengembangan Universitas Terbuka, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- 4.Riyanto. 2007. *Student Centered Learning (SCL)*. Makalah Lokakarya *Studsent Centered Learning (SCL)* dan Seminar Evaluasi Pelaksanaan Praktikum Jurusan BDP, Faperta UNIB. Bengkulu, 30 Agustus 2007.
5. Soekamto, T. dan U.S. Winataputra. 1997. Teori Belajar dan Model-model Pembelajaran. P2T Universitas Terbuka, Departemen Pendidikan Nasional.
6. Wragg, E.C. 1996. Pengelolaan Kelas. Diterjemahkan oleh Anwar Jasia. Grasindo. Jakarta.
7. Zaini, H., B. Munthe dan S.A. Aryani. . Strategi Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi. CTSD.

VII. LAMPIRAN

Lampiran 1. Garis Garis Besar Program Pengajaran (GBPP) Pengendalian Gulma

Kode Matakuliah : PSA - 425

Jumlah SKS : 3 (2-1)

Nama Dosen : Ir. Uswatun Nurjanah, MP

Ir. Nanik Setyowati, Ph. D

Ir. Eko Supriyono, MP

| Kompetensi Dasar | Materi Pokok | Alokasi Waktu | Pustaka |
|---|--|--|---|
| Mengetahui manfaat dan materi perkuliahan, metode pembelajaran dan tugas serta kewajiban mahasiswa dan dosen | Pendahuluan | 2 x 50 menit 7 September 2007 | Pedoman perkuliahan mahasiswa |
| Menjelaskan pengertian gulma dan latar belakang mengapa gulma menjadi penting dalam sistem budidaya pertanian | Pengertian dan sifat gulma | 2 x 50 menit 14 September 2007 | Anderson Bab I |
| Menjelaskan sifat biologis gulma hubungannya dengan tanaman, agroekosistem, dan pengendalian | Biologi Gulma dan Ekologi | 4 x 50 menit 21 September 2007 28 September 2007 | Anderson Bab I; Aldrich Bab I, III, IV, VI, dan VIII |
| Menetapkan cara-cara pengendalian gulma dengan metode preventif dan mekanis. | Prinsip Pengendalian Gulma (PG), PG Preventif, PG Secara Mekanis | 2 x 50 menit 5 Oktober 2007 | Akobundu Bab 4, Anderson Bab II, Aldrich Bab 15 |
| Menerapkan cara-cara pengendalian gulma dengan metode kultur teknis dan hayati | PG Secara Kultur Teknis, dan Hayati | 2 x 50 menit 19 Oktober 2007 | Akobundu Bab 4, Anderson Bab II, Aldrich Bab 9 |
| Menerapkan cara-cara pengendalian gulma secara kimiawi, klasifikasi herbisida dan formulasi herbisida, serta mampu menghitung dosis herbisida | PG Secara Kimiawi, Formulasi Herbisida | 2 x 50 menit 26 Oktober 2007 | Anderson Bab II, VI, VII Asthon dan Monaco Babl.3, I.7, II; Zimdahl Bab XI, XV, XVI |
| Menjelaskan mekanisme herbisida yang terjadi di dalam tanah. | Herbisida dan Tanah | 4 x 50 menit 2 Nopember 2007 | Anderson Bab V; Asthon dan Monaco Bab I.6; Zimdahl Bab XIV |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Menjelaskan cara masuknya herbisida ke dalam tanaman dan mekanismenya dalam membunuh tanaman | Herbisidan dan Tanaman | 4 x 50 menit 16 Nopember 2007 23 Nopember 2007 | Anderson Bab II, VI, VII Aston dan Monaco Bab 1.3, 1.7; Zimdahl Bab XI, XV, XVI |
| Menjelaskan mekanisme herbisida dalam membunuh tumbuhan sasaran dan faktor-faktor yang mempengaruhi selektivitas tumbuhan | Mekanisme Herbisida dalam Membunuh Tanaman dan Selektivitas Tanaman terhadap Herbisida | 2 x 50 menit 30 Nopember 2007 | Akobundu Bab 14 |
| Mengidentifikasi masalah gangguan gulma dan upaya serta cara pengendalian /pengelolaan gulma pada tanaman padi dan palawija | Pengelolaan Gulma Tanaman Tahunan/Perkebunan | 2 x 50 menit 7 Desember 2007 | Akobundu Bab 11 |
| Mengidentifikasi masalah gangguan gulma dan upaya serta cara pengendalian/pengelolaan gulma pada tanaman sayuran | Pengelolaan Gulma Tanaman Sayuran dan pangan | 4 x 50 menit 14 Desember 2007 28 Desember 2007 | Akobundu Bab 12 |
| Mengidentifikasi masalah gangguan gulma dan upaya serta cara pengendalian/pengelolaan gulma perairan | Pengelolaan Gulma Perairan | 2 x 50 menit 4 Januari 2008 | Akobundu Bab 16 |

Daftar Pustaka

1. Akobundu, I.O. 1987. Weed Science in The Tropics: Principles and Practices. John Wiley and Sons, New York.
2. Andrtson, W. P. 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
3. Aldrich, R. J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. Becton Publishers, Balmont.
4. Ashton, F. M. and T. J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. 3 rd. John Wiley and Sons. New York
5. Labrada, R., J. C. Caseley and C. Parker. 1994. Weed Management for Developing Countries. FAO of the United Nations. Rome, Italy.
6. King, J. L. 1974. Weeds Of The World. Wiley Kasten Private Limited. New Delhi.
7. Zimdhal, R. L. 1993. Fundamental of Weed Science. Academic Press, Inc. San Diego, California
8. Seagrave, C. 1988. Aquatic Weed Control. Fishing News Books Ltd., England.
9. Utomo, H. 1988. Pengendalian Gulma di Perkebunan
10. Sasitoutomo, S.S. 1992. Ekologi Gulma. Gramedia
11. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
12. Moenandir, J. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
13. Moenandir, J. 1977. Fisiologi Herbisida (Buku 2). Rajawali Pers.
14. Moenandir, J. 1977. Gulma dalam Sistem Pertanian. (Buku 3). Rajawali Pers.
15. Sutidjo, D. Pengendalian Gulma. IPB
16. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Penendalian Gulma. UNS.

Lampiran 2, Satuan Acara Pembelajaran

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 1

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat memahami tentang metode pembelajaran yang diterapkan, mengetahui kewajiban dan tanggungjawabnya, serta mengetahui materi dan jadwal perkuliahan..

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-----------|--|--|---------------------------|
| Penyajian | <ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan pengertian sks2. Memperkenalkan team pengasuh matakuliah ini3. Menjelaskan kegunaan/manfaat pengendalian gulma dalam dunia pertanian4. Menjelaskan sistem/cara penilaian yang dipakai5. Menjelaskan metode pembelajaran yang digunakan6. Menjelaskan hak dan kewajiban mahasiswa maupun dosen7. Menjelaskan materi dan jadwal perkuliahan7. Membuat kontrak pembelajaran bersama dengan mahasiswa8. Membentuk kelompok diskusi, simulasi dan <i>role-play</i> | <ul style="list-style-type: none">- Memperhatikan- memperhatikan- Memperhatikan- Memperhatikan- Bertanya- Memperhatikan- Bertanya- Memperhatikan- Bertanya- Menyimak- Bertanya- Menyimak- Memberi sumbang saran- Membentuk kelompok | OHP, papan tulis |

E. Evaluasi :

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 2

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini (pada pertemuan ke 2) mahasiswa dapat menjelaskan pengertian, sifat, kerugian dan manfaat dari gulma.

B. Pokok Bahasan : Pengertian dan Sifat Gulma

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Istilah-istilah gulma
2. Definisi gulma
3. Sifat/karakteristik gulma
4. Kerugian gulma
5. Manfaat gulma

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|--|--|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 2 2. Menjelaskan manfaat mempelajari gulma bagi mahasiswa agronomi 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 2 4. Menjelaskan istilah-istilah gulma | - Memperhatikan - Memperhatikan - Memperhatikan - Memperhatikan - Bertanya | OHP, papan tulis |
| Penyajian | 5. Menjelaskan definisi gulma | - Menyimak - Memberi sumbang saran | |
| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |

| | | | |
|---------|--|-------------------------------------|--|
| Penutup | 6. Menjelaskan sifat gulma | - Memperhatikan - Bertanya | |
| | 7. Menjelaskan kerugian dan manfaat gulma | - Memperhatikan - Diskusi | |
| | • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa | - Bertanya - Memberikan komentar | |
| | • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman | - Membuat rangkuman | |
| | • Diskusi yang didahului dengan presentasi | - Presentasi - Tanyajawab | |
| | • Memberikan kegiatan terstruktur pada sub pokok bahasan definisi gulma | - Mencatat | |
| | • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | - Mendengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Anderson, W. P, 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
2. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
3. Moenandir, J. 2000. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
4. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 3

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan sifat biologi gulma yang dihubungkan dengan teknik pengendalian gulma.

B. Pokok Bahasan : Biologi Gulma

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Klasifikasi gulma

2. Penyebaran gulma

3. Jumlah dan ketahanan biji gulma

4. Dormansi

5. Kemauan biji

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|--|---|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 3 2. Menjelaskan manfaat mempelajari biologi gulma bagi mahasiswa agronomi 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 3 | - Memperhatikan - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan | OHP, papan tulis |
| Penyajian | 4. Menjelaskan klasifikasi gulma 7. Menjelaskan penyebaran gulma 8. Menjelaskan jumlah dan ketahanan biji gulma | - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan - Bertanya | |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| | 9. Menjelaskan dormansi 10. Menjelaskan kematian biji | - Menyimak Memberi sumbang saran - Menyimak - Bertanya Memberi sumbangsaran | |
| | | | |
| Penutup | <ul style="list-style-type: none"> • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman • Diskusi yang didahului dengan presentasi • Memberikan kegiatan terstruktur pada sub pokok bahasan dormansi • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | - Bertanya - Memberikan komentar - Membuat rangkuman - Presentasi - Tanyajawab - Mencatat - Mendengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Anderson, W. P, 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
2. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
3. Moenandir, J. 2000. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
4. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.
5. Akobundu, I.O. 1987. Weed Science in The Tropics: Prinsiples and Practices. John Wiley and Sons, New York.
6. Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: principles and Practices. 3 rd. John Wily and Sons, New York.

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 4

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan tentang ekologi gulma serta peranan gulma dalam suatu agroekosistem.

B. Pokok Bahasan : Ekologi Gulma

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Ekosistem Pertanian
2. Kompetisi gulma dengan tanaman
3. Periode kritis persaingan gulma
4. Mekanisme adaptasi gulma
5. Perubahan populasi gulma
6. Peranan gulma dalam suatu agroekosistem

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|--|---|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 4 2. Menjelaskan manfaat mempelajari ekologi gulma bagi mahasiswa agronomi 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 4 | - Memperhatikan - Memperhatikan - Memperhatikan | OHP, papan tulis |
| Penyajian | 4. Menjelaskan ekosistem pertanian | - Memperhatikan - Bertanya | |

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|---------|---|--|---------------------------|
| Penutup | 6. Menjelaskan kompetisi gulma dengan tanaman 7. Menjelaskan periode kritis persaingan gulma 8. Menjelaskan mekanisme adaptasi gulma 9. Menjelaskan perubahan populasi gulma 10. Menjelaskan peranan gulma dalam suatu agroekosistem • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman • Simulasi • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan - Bertanya - Memperhatikan - Bertanya - Bertanya - Memberikan komentar - Membuat rangkuman - Permainan - Tanyajawab - Menndengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ekology: principles in Weed Management. Breton Publishers, Balmont..
2. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
3. Moenandir, J. 2000. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
4. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.
5. Sastroutomo, S.S. 1992. Ekologi Gulma. Gramedia.
6. Moenandir, J. 1990. Gulma dalam Sistem Pertanian (buku 3). Rajawali Pers.

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 5

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan dan mempraktekkan:

- a. cara-cara pengendalian gulma
- b. teknik pengendalian preventif
- c. teknik pengendalian mekanis

B. Pokok Bahasan : Prinsip pengendalian gulma, pengendalian preventif, pengendalian mekanis

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Pengendalian versus pemberantasan
2. Sejarah pengendalian gulma
3. Karantina tumbuhan
4. Metode pengendalian gulma secara mekanis

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|--|-------------------------------|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 5 | - Memperhatikan | OHP, papan tulis |
| Penyajian | 2. Menjelaskan manfaat mempelajari pengendalian gulma secara preventif dan mekanis | - Memperhatikan | |
| | 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 5 | - Memperhatikan | |
| | 4. Menjelaskan perbedaan pengendalian dan pemberantasan | - Memperhatikan - Bertanya | |
| | | - Menyimak | |

| | 5. Sejarah pengendalian gulma | - Memberi sumbang saran | |
|---------|--|--|------------------------------|
| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
| Penutup | 6. Menjelaskan karantina tumbuhan 7. Menjelaskan metode pengendalian gulma secara mekanik • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman • Memberikan kegiatan terstruktur pada sub pokok bahasan pengendalian gulma secara mekanis • Diskusi yang didahului dengan presentasi mahasiswa • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | - Memperhatikan - diskusi - Memperhatikan - Diskusi - Bertanya - Memberiakan komentar - Membuat rangkuman - Mencatat - Menndengarkan - Presentasi - Diskusi - Mendengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Anderson, W. P, 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
2. Akobundu, I.O. 1987. Weed Science in The Tropics: Principles and Practices. John Wiley and Sons, New York.
3. Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. Breton Publishers, Balmont.
4. Tjitrosoedirdjo, S., I.H. Utomo, J. Wiroatmodjo. 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. Gramedia, Jakarta.
5. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.

6. Moenandir, J. 2000. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
7. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 6

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan pengertian dan metode/teknik pengendalian gulma secara hayati dan kultur teknik serta dapat mempraktekannya.

B. Pokok Bahasan : Pengendalian Gulma secara Kultur teknik dan hayati

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Pengendalian gulma secara kultur teknik
2. Pengendalian gulma secara hayati

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|---|---|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 6 2. Menjelaskan manfaat mempelajari pengendalian gulma secara hayati dan kultur teknik bagi mahasiswa agronomi 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 6 | - Memperhatikan - Memperhatikan - Memperhatikan - Bertanya | OHP, papan tulis |
| Penyajian | 5. Menjelaskan konsep pengendalian gulma secara kultur teknis | - Menyimak - Bertanya | |
| | | | |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| Penutup | 6. Menjelaskan metode/teknik pengendalian gulma secara kultur teknis 7. Menjelaskan konsep pengendalian gulma secara hayati | - Memperhatikan - Memberikan sumbangsaran - Memperhatikan - Bertanya - Memberiakan komentar - Menyimak - Bertanya - Mencari contoh - Bertanya - Membuat rangkuman - Mencatat | |
| | 3. Menjel askan teknik/ metode pengen dalian gulma secara hayati • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman • Memberikan kegiatan terstruktur pada sub pokok bahasan pengendalian gulma secara kultur teknis • Diskusi yang didahului dengan presntasi mahasiswa • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | - Presentasi - Diskusi - Menndengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Anderso W. P, 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
2. Akobundu, I.O. 1987. Weed Science in The Tropics: Principles and Practices. John Wiley and Sons, New York.
3. Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. Breton Publishers, Balmont.

4. Tjitrosoedirdjo, S., I.H. Utomo, J. Wiroatmodjo. 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. Gramedia, Jakarta.
5. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
6. Moenandir, J. 2000. Pengantar Ilmu Gulma (Buku 1). Rajawali Pers.
7. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.

Matakuliah : Pengendalian gulma

Kode Matakuliah : AGR 303

Waktu Pertemuan : 2 x 60 menit

Pertemuan ke : 7

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Setelah menyelesaikan matakuliah ini (pada akhir semester), mahasiswa dapat menyusun strategi pengelolaan gulma yang tepat sesuai dengan kaidah kelestarian lingkungan

2. Khusus

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa dapat menjelaskan konsep pengendalian gulma secara kimiawi dan mempraktekannya serta menjelaskan formulasi herbisida.

B. Pokok Bahasan : Pengendalian gulma secara kimiawi dan Formulasi herbisida

C. Sub Pokok Bahasan :

1. Pengendalian gulma secara kimiawi
2. Formulasi Herbisida

D. Kegiatan Belajar Mengajar

| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
|-------------|--|---|---------------------------|
| Pendahuluan | 1. Menjelaskan cakupan dalam pertemuan ke 7 2. Menjelaskan manfaat mempelajari pengendalian gulma secara kimiawi dan formulasi herbisida bagi mahasiswa agronomi 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK untuk pertemuan ke 7 | - Memperhatikan - Memperhatikan - Memperhatikan | OHP, papan tulis |
| Penyajian | Menjelaskan pengertian herbisida | - Menyimak - Bertanya - Menyimak - Memberi sumbang | |

| | 6. Menjelaskan keuntungan dan kerugian pemakaian herbisida | saran | |
|---------|---|--|---------------------------|
| Tahap | Kegiatan Pengajar | Kegiatan Mahasiswa | Media dan Alat Pengajaran |
| Penutup | <p>7. Menjelaskan klasifikasi herbisida</p> <p>8.. Menjelaskan formulasi herbisida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengundang komentar dan pertanyaan mahasiswa • Mengarahkan mahasiswa membuat rangkuman • Memberikan kegiatan terstruktur pada sub pokok pengendalian gulma secara kimiawi • Permainan peran • Memberi pengantar ringkasan tentang pokok bahasan pertemuan berikutnya | <ul style="list-style-type: none"> - Memperhatikan - Bertanya - Mencari contoh - Memperhatikan - Diskusi - Bertanya - Memberikan komentar - Membuat rangkuman - Mencatat - Mempertunjukkan adegan - Menndengarkan | |

E. Evaluasi :

Tanya – jawab dengan mahasiswa dan tugas terstruktur guna mengetahui pemahaman mahasiswa tentang gulma

F. Referensi

1. Anderson, W. P, 1983. Weed Science: Principles. 2 nd. ed. West Publishing Co. New York.
2. Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. 3 rd. John Wiley and Sons, New York.
3. Sukman, Y dan Yakub. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers.
4. Moenandir, J. 2000. Fisiologi Herbisida (Buku III). Rajawali Pers.
5. Suroto, D. 1984. Dasar-dasar Biologi dan Pengendalian Gulma. UNS.
6. Zimdhal, R.L. 1993. Fundamental of Weed Science. Academic Press, Inc., San Diego, California.

7. Tjitrosoedirdjo, S., I.H. Utomo, J. Wiroatmodjo. 1984. Pengelolaan Gulma di Perkebunan. Gramedia, Jakarta.

Mata Kuliah : Pengendalian Gulma
 Kode/SKS : PSA - 425 / 3(2-1)
 Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit
 Pertemuan ke : 9 (sembilan)

A. Tujuan Instruksional Khusus : Setelah mengikuti kuliah mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang perilaku herbisida yang diaplikasikan melalui tanah.

B. Pokok Bahasan : HERBICIDES AND THE SOIL

C. Sub Pokok Bahasan : Degradation Process
 Transfer Process

D. Kegiatan Belajar Mengajar :

| TAHAP | KEGIATAN | | MEDIA |
|-------------|---|--|---------------------------------|
| | DOSEN | MAHASISWA | |
| PENDAHULUAN | 1. Menjelaskan cakupan materi dalam pertemuan ke-9 2. Menjelaskan hubungan materi pertemuan ke-8 dan ke-9 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIK dan TIK dalam pertemuan ke-9 | Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan Memperhatikan | LCD & WB WB - |
| PENYAJIAN | <ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan nasib herbisida dalam tanah Menjelaskan factor-faktor penyebab degradasi herbisida dalam tanah Diskusi nasib herbisida dalam tanah dengan menggunakan bahan peraga (tanah dalam pot) Presentasi kelompok | Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan dan mencatat Diskusi kelompok Memberi tanggapan/ menjawab pertanyaan | LCD & WB LCD & WB - WB |
| PENUTUP | Menutup pertemuan: <ul style="list-style-type: none"> Merangkum garis besar isi pertemuan ke-9 Memberi tanggapan atas diskusi kelompok Memberi gambaran tentang materi pertemuan ke-10 Memberi tugas mahasiswa tentang proses degradasi herbisida dalam tanah Memberi tugas kepada mahasiswa untuk membaca materi pertemuan ke-10 | Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan Mengerjakan tugas (di luar kelas) Membaca materi pertemuan ke-10 (di luar kelas) | - - - - |

E. Evaluasi : Untuk mengetahui tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi Herbicides and the Soil dilakukan dengan melihat respon mahasiswa terhadap pertanyaan yang diajukan secara lisan di dalam kelas dan jalannya diskusi kelompok.

F. Referensi :

1. Anderson, W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.
2. Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Mata Kuliah : Pengendalian Gulma
 Kode/SKS : PSA - 425 / 3(2-1)
 Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit
 Pertemuan ke : 10 (sepuluh)

A. Tujuan Instruksional Khusus : Setelah mengikuti kuliah mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang perilaku herbisida dalam tanaman

B. Pokok Bahasan : HERBICIDES AND THE PLANTS

C. Sub Pokok Bahasan : Herbicides Absorption
 Herbicides Translocation
 Herbicides Molecular Fate
 Herbicides Metabolism

D. Kegiatan Belajar Mengajar :

| TAHAP | KEGIATAN | | MEDIA |
|-------------|--|---|----------|
| | DOSEN | MAHASISWA | |
| PENDAHULUAN | 1. Menjelaskan cakupan materi dalam pertemuan ke-10 | Memperhatikan dan mencatat | LCD & WB |
| | 2. Menjelaskan hubungan materi pertemuan ke-9 dan ke-10 | Memperhatikan | WB |
| | 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIU dan TIK dalam pertemuan ke-10 | Memperhatikan | |
| PENYAJIAN | • Menjelaskan nasib herbisida dalam tanaman | Memperhatikan dan mencatat dan bertanya | LCD & WB |
| | • Menjelaskan absorpsi herbisida melalui daun, akar, coleoptile dan batang | sda | LCD & WB |
| | • Menjelaskan translokasi jalur symplast dan apoplast | sda | LCD & WB |
| | • Menjelaskan deaktivasi molekul herbisida dalam tanaman | sda | LCD & WB |
| | • Diskusi perilaku herbisida dalam tanaman dengan menggunakan bahan peraga (tanaman dalam pot) | Diskusi kelompok | |
| | • Presentasi kelompok | Memberi tanggapan/ menjawab pertanyaan | WB |
| PENUTUP | Menutup pertemuan: | | |
| | • Merangkum garis besar isi pertemuan ke-10 | Memperhatikan dan mencatat | - |
| | • Memberi tanggapan atas diskusi kelompok | Memperhatikan dan mencatat | - |
| | • Memberi gambaran tentang materi | Memperhatikan | - |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>pertemuan ke-11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memberi tugas mahasiswa tentang perilaku herbisida dalam tanaman • Memberi tugas kepada mahasiswa untuk membaca materi pertemuan ke-11 | <p>Mengerjakan tugas (di luar kelas)</p> <p>Membaca materi pertemuan ke-11 (di luar kelas)</p> | |
|--|--|--|--|

E. Evaluasi : Untuk mengetahui tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi Herbicides and Plants dilakukan dengan melihat respon mahasiswa terhadap pertanyaan yang diajukan secara lisan di dalam kelas dan jalannya diskusi kelompok.

F. Referensi :

1. Anderson, W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.
2. Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Mata Kuliah : Pengendalian Gulma
 Kode/SKS : PSA - 425 / 3(2-1)
 Waktu Pertemuan : 2 x 50 menit
 Pertemuan ke : 11 (sebelas)

A. Tujuan Instruksional Khusus : Setelah mengikuti kuliah mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang cara kerja herbisida dan selektivitas tanaman terhadap herbisida

B. Pokok Bahasan : THE MODES OF ACTION OF HERBICIDES
 HERBICIDES-PLANTS SLECTIVITY

C. Sub Pokok Bahasan : Contact and Stystemic Herbicides
 Physiological Processes
 Metabolism
 Susceptibility
 Selectivity

D. Kegiatan Belajar Mengajar :

| TAHAP | KEGIATAN | | MEDIA |
|-------------|---|--|--------------------|
| | DOSEN | MAHASISWA | |
| PENDAHULUAN | 1. Menjelaskan cakupan materi dalam pertemuan ke-11 2. Menjelaskan hubungan materi pertemuan ke-10 dan ke-11 3. Menjelaskan kompetensi-kompetensi dalam TIU dan TIK dalam pertemuan ke-11 | Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan Memperhatikan | LCD & WB WB |

| | | | |
|-----------|--|---|-------------|
| PENYAJIAN | <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan cara kerja herbisida kontak dan sistemik | Memperhatikan dan mencatat dan bertanya | LCD & WB |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan gangguan herbisida terhadap pembelahan sel, pembentukan jaringan tanaman, sintesa karoten dan khlorofil serta pembentukan lapisan lilin | sda | LCD & WB |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan gangguan herbisida terhadap proses fotosintesis, respirasi, sintesa-N dan aktivitas enzim. | sda | LCD & WB |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan suseptibilitas dan selektivitas tanaman terhadap herbisida • Menanyakan tanggapan mahasiswa • Memberi kesempatan mahasiswa untuk bertanya dan menjawab pertanyaan | sda Memberi tanggapan/ menjawab pertanyaan Menanyakan yang tidak jelas | LCD & WB |
| PENUTUP | Menutup pertemuan: <ul style="list-style-type: none"> • Merangkum garis besar isi pertemuan ke-11 • Memberi gambaran tentang materi pertemuan ke-12 • Memberi tugas mahasiswa tentang cara kerja herbisida • Memberi tugas kepada mahasiswa untuk membaca materi pertemuan ke-12 | Memperhatikan dan mencatat Memperhatikan dan mencatat Mengerjakan tugas (di luar kelas) Membaca materi pertemuan ke-12 (di luar kelas) | - - - |

E. Evaluasi : Untuk mengetahui tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi The Modes of Action of Herbicides dan Herbicides-Plants Selestivity dilakukan dengan melihat respon mahasiswa terhadap pertanyaan yang diajukan secara lisan di dalam kelas atau aktivitas mahasiswa (mengajukan pertanyaan) selama kuliah berlangsung.

F. Referensi :

1. Anderson,W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.
2. Ashton,F.M. and T.J.Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons,Inc. New York.

Lampiran 3. Bahan ajar

PENDAHULUAN

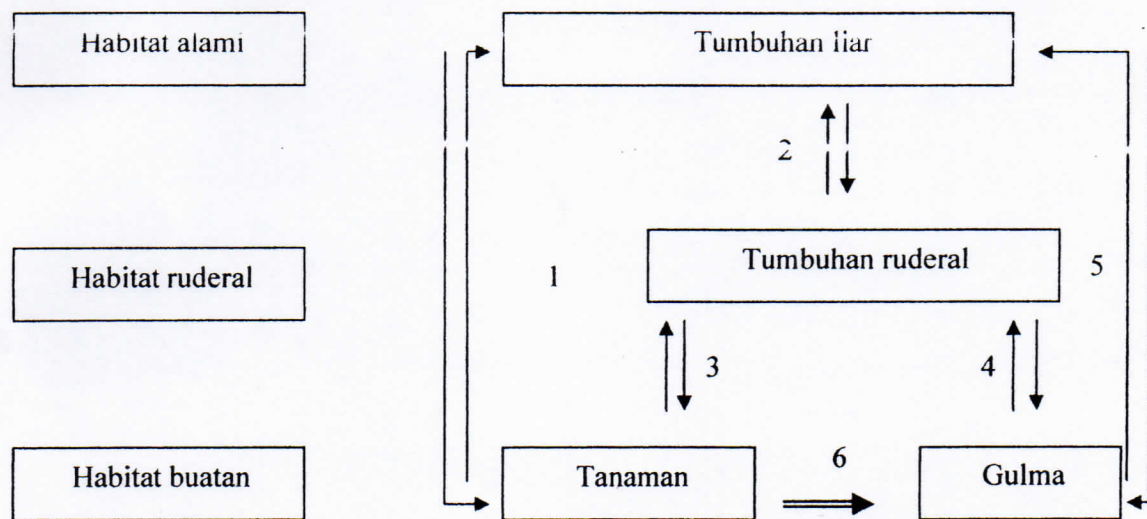
• Pengertian gulma dan kerugiannya

• Sebutan yang dipakai:

- Inggris : weed, dyer's weed, dye weed, devil's weed
- Jerman : weyt, waitt, unkraut
- Belanda: weet, weeda, onkruid
- Belgia: weedt
- Perancis : mauvaise herbe
- Italia : malerbe
- Jepang : zasso
- Spanyol : mala herbe, malezas, yerbas nocivas, planta daninas
- Indonesia : Rerumputan, rumput, tumbuhan pengganggu, gulma

• Definisi Gulma

- Ada lebih kurang 30 definisi yang sebagian besar didasarkan pada " mengapa ia salah tempat ".
1. Prof. Beal = a plant out of place/tumbuhan yang salah tempat (King, 1974).
 2. Numata (1971) , mendefinisikan gulma berdasarkan **relung**/tempat berfungsinya.
Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh pada waktu, tempat dan kondisi yang tidak diinginkan manusia.



3. Mangoensoekardjo (1983), mendefinisikan gulma berdasarkan konsep pertanian polikultur. Gulma adalah tumbuhan yang mempunyai nilai negatif (kerugian) melebihi nilai positif (keuntungan).
Apabila teknologi sudah maju maka definisi gulma akan berubah menjadi: Gulma adalah tumbuhan yang mempunyai potensi-potensi merugikan lebih besar dari kegunaannya.
4. Soerjani (1988), ada empat relung gulma yaitu: relung ruang, relung tropik, relung genetik dan relung multidimensional.
Gulma adalah tumbuhan yang peranan, potensi, dan hakikat kehadirannya belum sepenuhnya diketahui.

- Definisi gulma bersifat dinamis dan homosentris/antroposentrik, meskipun mengandung prinsip-prinsip botani.

Kerugian Gulma

Kerugian yang paling besar adalah kompetisi. Kerugian lainnya adalah:

1. Kompetisi hara, air, sinar matahari, ruang hidup. Akibatnya produksi menurun.
2. Mutu hasil menurun akibat terkontaminasi.
3. Mengeluarkan senyawa allelopati.
4. Inang (inang sementara) hama dan penyakit.
5. Mengganggu tataguna air.
6. Meningkatkan biaya usaha tani.

Tabel 1. Kerugian rata-rata tahunan dari pertanian di AS (1943 – 1951)

| NO. | Jenis kerugian | Banyaknya kerugian (juta dollar) |
|-----|---------------------|----------------------------------|
| 1. | Tanah (erasi, dsb.) | 1.512 |
| 2. | Hama | 1, 065 |
| 3. | Penyakit | 2, 912 |
| 4. | Gulma | 3,747 |
| 5. | Penyakit ternak | 1,848 |

Manfaat Gulma

1. Menambah kesuburan tanah, misalnya *Ageratum conyzoides*
2. Mencegah erosi, misalnya *Mimosa invisa*
3. Makanan ternak, misalnya *Axonopus compressus*
5. Penutup tanah, misalnya *Imperata cylindrica*
6. Bahan industri kertas, misalnya *Eichhornia crassipes*
7. Obat tradisional, misalnya *Euphorbia hirta*
8. Sayuran, misalnya *Limncharis flava*
9. Tanaman paagar/hias, misalnya *Crotalaria anagyroides*
10. Penghasil gas bio, misalnya *E. crassipes*

BIOLOGI GULMA

A. Klasifikasi Gulma

a. Berdasarkan siklus hidupnya

1. Annual weed (gulma setahun), yaitu gulma yang siklus hidupnya 0 – 1 tahun. Gulma ini mudah dikendalikan, cepat tumbuh (lebih kurang 5 minggu sudah berbunga, dan produksi biji banya. Misalnya *A. conyzoides*.
2. Biennial weed (2 tahun), yaitu gulma yang siklus hidupnya 1 – 2 tahun. Tahun pertama berbentuk roset akar dan membentuk organ perkembangbiakan vegetatif, tahun kedua berbunga. Misalnya *Circium vulgare*
3. Perennial weed (gulma tahunan), yaitu gulma yang siklus hidupnya lebih dari 2 tahun. Gulma ini berkembangbiak secara generatif (biji) dan secara vegetatif (stolon, risoma, umbi, umbi akar, anakan, dll.).
 - a. Simple perennial weed, jika gulma berkembangbiak secara generatif
 - b. Creeping perennial weed, jika gulma berkembangbiak secara generatif dan vegetatif

b. Berdasarkan Habitat

1. Di tanah atau darat (terrestrial weed), yaitu gulma yang tumbuhnya di darat. Misalnya *I. cylindrica*.
2. Air (aquatic weed), yaitu gulma yang hidup di perairan
 - Tepian (marginal), misalnya *Panicum repens*
 - Mengapung (floating), yaitu gulma yang tubuhnya berhubungan dengan **air dan udara**. Misalnya *Pistia stratiotes*.
 - Gabungan antara tenggelam dan terapung (emergent), yaitu gulma yang tubuhnya berhubungan dengan **tanah dan udara**. Misalnya *L. flava*.
 - Melayang (sub-mergent), yaitu gulma yang tubuhnya hanya berhubungan dengan **air**. Misalnya *Hidrilla verticillata*.
 - Tenggelam (sub-mergent anchored), yaitu gulma yang tubuhnya berhubungan dengan **tanah dan air**. Misalnya *Elodea*.

c. Tempat tumbuhnya

1. Sawah, misalnya *Marselia crenata*
2. Kering/tegalan, misalnya *Cyperus rotundus*
3. Perkebunan besar, misalnya *Mikania micranta*
4. Rawa/waduk, misalnya *E. crassipes*

d. Sistematika

1. Monocotyledonae
2. Dicotyledonae
3. Pteridopita

e. Kesamaan sifat kompetisi (respon terhadap herbisida)

1. Rumput (grasses), yaitu gulma yang sebagian besar tergolong dalam kelas **Monocotyledonae, familia Poaceae**. Ciri-cirinya: batang bulat dan berongga, daun tunggal dan terdapat ligula, bunga bulir, buah caryopsis bentuk bulat panjang.
2. Teki (sedges), yaitu gulma yang sebagian besar tergolong dalam kelas **Monocotyledonae, familia Cyperaceae**. Ciri-cirinya: batang berbentuk segitiga dan tidak berongga, daun tersusun dalam tiga deretan tanpa ligula, bunga berbentuk payung dengan satu daun pelindung, buah pipih atau setiga membuka.
3. Berdaun lebar (broad leaves), yaitu gulma yang sebagian besar termasuk dalam kelas **Dicotyledonae**.

Tabel 1. Ciri morfologi gulma rumput, teki dan daun lebar

| Golongan | Rumput (grasses) | Teki (sedges) | Daun lebar (broad leafes) |
|----------|--|---|--|
| Akar | Serabut | Serabut | tunggang |
| Batang | Bulat, berongga, beruas-ruas | Segitiga, tidak berongga | Bulat, bersegi, bercabang |
| Daun | Garis, ada ligula, tumbuh di ruas batang, pertulangan daun sejajar | Garis, tidak ada ligula, tumbuh dari pangkal batang, pertulangan daun sejajar | Bentuk daun bermacam-macam, pertulangan daun menyirip, menjari |
| Bunga | Majemuk, bentuk malai | Majemuk, bentuk payung | Majemuk, bentuk beragam |
| Familia | Poaceae | Cyperaceae | Banyak |
| Kelas | Monokotil | Monokotil | Dikotil |

B. Penyebaran Gulma

a. Penyebaran dengan jarak yang pendek, bisa dipengaruhi oleh:

1. Hasil tanaman
2. Angin
3. Air
4. Hewan
5. Alat-alat pertanian
6. Peledakan

b. Penyebaran antar kontinental ditentukan oleh manusia

C. Jumlah dan ketahanan biji gulma

Ditentukan oleh :

1. Jumlah yang berada di dalam tanah
2. Jumlah yang dihasilkan oleh gulma
3. Umur dan kekuatan tumbuh biji gulma

D. Dormansi

Yaitu penundaan perkecambahan. Akibat dari adanya dormansi maka gulma sukar diberantas dan selalu menjadi problem di lahan pertanian. Ada 2 macam dormansi yaitu :

1. Dormansi primer (*innate dormancy*), yaitu dormansi yang bersifat genetis.
2. Dormansi sekunder (*induced dormancy, enforced dormansi*), yaitu dormansi yang diakibatkan keadaan lingkungan yang kurang mendukung untuk perkecambahan biji

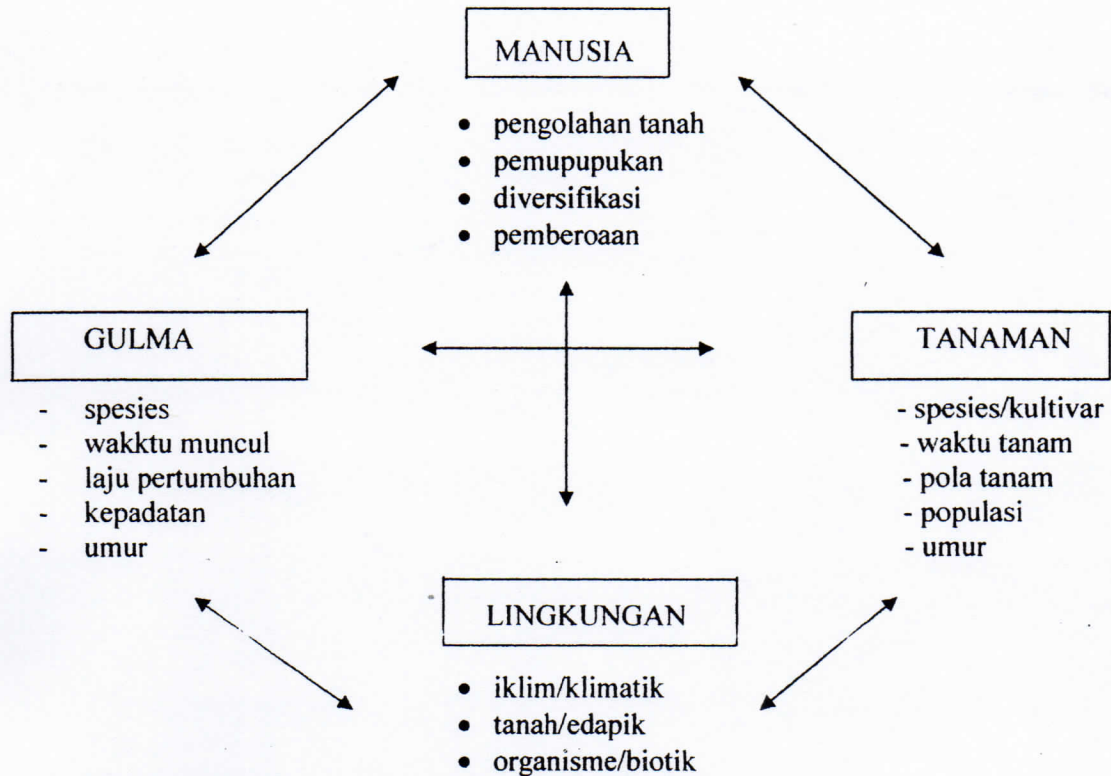
E. Kematian Biji

Diakibatkan oleh :

1. Cadangan makanan hilang.
2. Cadangan makanan rusak.
3. Koagulasi protein.
4. Akumulasi hasil-hasil racun.
5. Kemunduran dalam inti.

EKOLOGI GULMA

- Ekosistem ?
- Ekosistem pertanian ?
- Ekologi gulma yaitu hubungan gulma dan lingkungan.



Gambar 1. Hubungan Timbal Balik Antara Gulma Dengan Lingkungan

1. Klimatik

- mempengaruhi : pertumbuhan, reproduksi dan distribusi
- Yaitu: cahaya, air, angin dan aspek-aspek musiman dari faktor tersebut.
- Untuk mengendalikan gulma perlu merubah lingkungan
- Misalnya *i. cyindrica* bisa dikendalikan dengan penggenangan.

2. Edapik

- Yang menentukan yaitu: kelembaban, aerasi, pH dan unsur hara.
- Misalnya pada tanah basa banyak ditumbuhi *Sphaenochlea zeylanica*-
Tanah asam banyak ditumbuhi *M. crenata*.

3. Biotik

- Terdiri dari hewan dan tumbuhan
- Hewan dan tumbuhan mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi
- Tumbuhan mulai dari tingkat rendah sampai tingkat tinggi
- Hewan mulai dari mikro organisme sampai macro organisme
- Ingat pengendalian hayati

Persaingan Gulma dengan Tanaman (lihat transparansi)

- Dapat terjadi persaingan antara gulma dan tanaman karena keduanya mempunyai kebutuhan yang sama, yaitu : zat hara, air, cahaya, suhu, oksigen dan CO₂.
- Apabila gulma dan tanaman tumbuh berdekatan maka: tajuk bisa saling menaungi dan perakaran terjalin satu sama lain -----> kompetisi
- Penyebab persaingan karena beda sifat dan habitus
- Persaingan terparah yaitu 1/4 - 1/3 umur tanaman (disebut **periode kritis**).
- Macam-macam persaingan:
 1. Inter spesifik competition apabila spesies berbeda
 2. Intra spesifik competition apabila spesies sama
 3. Intra plant competition apabila terjadi dalam satu tubuh tumbuhan.
- Ciri-ciri spesies yang kuat bersaing:
 1. Tajuk dan perakaran luas
 2. Pertumbuhannya cepat
 3. Pemunculan lebih awal
 4. Populasi tinggi
 5. Mempunyai jalur fotosintesis C4

Persaingan memperebutkan air

- Terjadi di lahan kering
- Kebutuhan air gulma adalah 2,5 X kebutuhan air tanaman
- 1 kg bahan organik gulma membutuhkan air 330 – 1900 liter air.

Persaingan memperebutkan hara

- Gulma menyerab lebih banyak unsur hara bila dibandingkan dengan tanaman.
- Pada bobot kering yang sama gulma memerlukan N 2x, P 1,5x, K 3,5x, Ca 7,5x dan Mg 3x.

Persaingan memperebutkan cahaya

- Terjadi kalau mendung
- C4 > menang C3

Pengeluaran senyawa beracun (lihat transparansi)

- Dapat menyebabkan:
 1. Gangguan perkecambahan biji
 2. Kecambah abnormal
 3. Pertumbuhan akar terhambat
 4. Perubahan susunan sel-sel akar
- Allelopat keluar dari: akar, batang, daun, dsb. Yang telah membusuk

C. PERIODE KRITIS PERSAINGAN GULMA

- Yaitu periode paling peka dari tanaman terhadap gangguan gulma. Untuk **tanaman semusim** sebagian besar berkisar antara 1/4 - 1/3 umur tanaman. Akibat paling besar yang diakibatkan oleh kompetisi tersebut adalah **penurunan produksi**.
- Setiap spesies berlainan tergantung dari:
 1. Umur tanaman
 2. Kemampuan tanaman bersaing
 3. Jumlah dan macam spesies gulma yang bersaing
 4. Cara budidaya (pengelolaan)

Tabel 2. Periode kritis tanaman (Zimdhal, 1980)

| Tan. Budidaya | Gulma | Periode bebas (mst) |
|---------------|------------------------|----------------------|
| Kacang polong | Semusim | 5 |
| Gula bit | „ | 2 – 4 |
| Kubis | „ | 2 |
| Jagung | „ | 5 |
| Jagung | <i>Setaria faberii</i> | 3 |
| Kapas | Semusim | 6 (USA) |
| Kapas | „ | 4 (Meksiko) |
| Selada | „ | 3 |
| Kacang tanah | <i>Desmodium</i> sp. | 8 |
| Kentang | Daun lebar | 9 |
| Sorgum | Semusim | 3 |
| Kedelai | <i>Setaria faberii</i> | 3 |

D. Mekanisme Adaptasi Gulma

- Sangat efisien, karena gulma merupakan tumbuhan hasil seleksi alami.
- Sifat-sifat (ciri-ciri) tumbuhan yang tergolong gulma:
 1. Pertumbuhan cepat
 2. Daya regenerasi kuat
 3. Tidak peka terhadap kekurangan air
 4. Menyerap air dan hara besar
 5. Daya penyesuaian iklim yang luas
 6. Kecambah tahan terhadap gangguan

E. Perubahan Populasi Gulma

- Dipengaruhi oleh :
 1. Pengelolaan air; pada sawah taadah hujan apabila sistem pengairannya diganti secara irigasi teknis maka *Pistia stratiotes* akan melimpah
 2. Pemupukan; *P. stratiotes* tidak respon terhadap N tetapi *Echinochloa crusgalli* respon terhadap N
 3. Prubahan pertanaman; tergantung dari kultivar dan pola tanam. Misalnya pada padi IR-36 didominasi oleh *Cyperaceae*, tetapi pada padi lokal didominasi *E. crusgalli*.
 4. Metode pengendalian; apabila suatu metode diterapkan terus menerus maka akan timbul gulma dominan/utama. Pergeseran gulma harus diusahakan dari gulma kompetitif menjadi kurang kompetitif.

F. Interaksi Antara Gulma dan Jasad Pengganggu lain

- Peranan gulma dalam agroekosistem; suatu corak agroekosistem tertentu akan menentukan corak komposisi fauna. Misal tikus dan babi hutan suka perdu.
- Hubungan gulma dengan tumbuhan lain; Memerlukan keperluan hidup yang sama. Gulma sering mengeluarkan substansi tertentu (allelapat). Ini dapat dipakai untuk mengembangkan herbisida selektif. Misalnya alang-lang pada tanaman tomat.

G. Hubungan Antara Gulma dengan Jasad Renik

- Fitonsida dapat menghambat pertumbuhan *Rhizobium* dan *Azotobacter*.
- Jenis-jenis gulma dari golongan Leguminosa dapat bersimbiose dengan *Rhizobium*.
- Ada yang merupakan inang bagi nematoda parasit, becteri, cendawan dan virus. Misal:
 1. Penyakit keriting tembakau disebabkan oleh *Bemisia tabaci* dapat bertahan pada *Ageratum conyzoides*, *Sinedrella nodiflora* dan *Vernonia cinerea*.

2. Pseudomosaik tembakau yang disebabkan oleh kutu putih penyebarannya dibant oleh *Eupatorium odoratum* dan *Stachytarpheta dichotoma*.
3. Jamur upas oleh *Piiricularia salmonicolor* yang sering menyerang tanaman perkebunan mempunyai tumbuhan inang *Lantana aculeata*.

H. Hubungan antara Gulma Dengan Serangga

- Sebagai penyedia makanan maupun rumah sementara.

I. Hubungan gulma dengan serangga hama

- Sebagai inang sementara

Tabel 1. Hubungan gulma dengan musuh alami

| Musuh alami | Gulma | Keterangan | |
|--|--|--|--|
| <i>Micropalia otrolineata</i> | <i>Azolla pinnata</i> | Predator wereng | |
| <i>Cyrtorinus lividipennis</i> | <i>Echinochloa crusgalli</i> <i>Cyperus difformis</i> <i>Brachiaria mutica</i> | Predator wereng | |
| <i>Lycosa pseudoannulata</i> | <i>Pistia stratiotes</i> <i>Salvinia molesta</i> | Predator wereng coklat | |
| <i>Anagrus sp</i> <i>Gonayoceros sp</i> | <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Digitaria sp</i> <i>Leersia sp</i> | Parasitoid Wereng coklat | |
| <i>Tetratichus choenobis</i> <i>Telenamos rowani</i> <i>Trichogramma japonicum</i> | <i>Eleocharis dulcis</i> | Parasitoid penggerek batang padi putih | |
| <i>Spathius piperis</i> | <i>Ageratum conyzoides</i> | Parasitoid penggerek batang lada | |

F. Hubungan hama dengan patogen

Tabel 2. Hubungan gulma dengan patogen

| Patogen, hama | Gulma |
|---|-----------------------------|
| <i>Plutella xylostella</i> | Kubis liar |
| <i>Meloidogyna arinaria</i> <i>Meloidogyna incognya</i> <i>Meloidogyna javanica</i> | <i>Eleusine indica</i> |
| <i>Fusarium oxysporium</i> <i>Meloidogyna sp</i> | <i>Drymaria cordata</i> |
| <i>Meloidogyna javanica</i> | <i>Digitaria cilialis</i> |
| <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Meloidogyna javanica</i> | <i>Cynodon dactylon</i> |
| <i>Prodenia litura</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Pseudomonas solanacearum</i> <i>Meloidogyna sp</i> | <i>Ageratum conyzoides</i> |
| <i>Meloidogyna sp</i> | <i>Panicum repens</i> |
| <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Meloidogyna incognya</i> | <i>Cyperus rotundus</i> |
| <i>Meloidogyna sp</i> <i>Phytophthora infestan</i> | <i>Galinsoga parviflora</i> |

Tabel 3. Peletakan telur PBP pada gulma dan padi

| Jenis rumput/gulma | Jumlah kelompok telur/ha | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| | Musim kemarau | Musim penghujan |
| <i>Eleocharis dulcis</i> | 3.540-5.560 | 3.660-6.200 |
| <i>Scirpus grossus</i> | 40-100 | 48-148 |
| <i>Fimbristylis sp</i> | 46-156 | 50-170 |
| <i>Oryza sativa</i> | 65-123 | 110-186 |

Tabel 4. Potensi parasitasi penggerek batang padi pada *Eleocharis dulcis*

| Parasitoid | Parasitisme (%) | | |
|---------------------|-----------------|-----------|-------------|
| | MK 1996 | MH 96/97 | MK-MH 97/98 |
| <i>Telenomus</i> | 18,5-29,8 | 23,3-37,9 | 14,1-66,1 |
| <i>Tetrastichus</i> | 10,3-17,5 | 18,6-29,6 | 3,4-4,0 |
| <i>Trichogramma</i> | | | 8,9-14,5 |

PENGENDALIAN GULMA

PENGENDALIAN VS PEMBERANTASAN

Pengendalian gulma (weed control) adalah proses membatasi infestasi gulma sedemikian rupa sehingga tanaman dapat dibudidayakan secara produktif dan efisien.

Tujuan :

Menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomis atau tidak melampaui ambang ekonomis (economic threshold) sehingga sama sekali tidak bertujuan menekan populasi gulma sampai nol.

Pemberantasan merupakan usaha mematikan seluruh gulma yang ada baik yang sedang tumbuh maupun alat-alat reproduksinya, sehingga populasi gulma sedapat mungkin ditekan sampai nol.

Dilakukan :

- pada areal sempit dan tidak miring.
- gulma yang sangat merugikan dan pada tempat-tempat tertentu.

PENGEMBANGAN PENGENDALIAN GULMA

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| Sebelum Mesir kuno dan Mesopotamia | → | Pengendalian gulma dilakukan secara manual, kultur teknis dan mekanis |
| Mesir kuno dan Mesopotamia (6000 SM) | → | Digunakan bahan kimia anorganik seperti tembaga sulfat, tembaga nitrat, asam sulfat, natrium arsenit dsb. |
| | → | Melahirkan konsep translokasi dan selektifitas herb. |

Pengendalian gulma modern (1944) → Ditemukan 2,4 - D

Tahun 1963 di beberapa Universitas di AS mulai dibentuk departemen untuk ilmu gulma

→ Seed and Weed science.

Konsep pengendalian gulma

1. memperhatikan faktor-faktor Cropweed balance → pergeseran keseimbangan pertanian

2. meningkatkan daya saing tanaman pokok dan melemahkan daya saing gulma
3. harus didasari dengan pengetahuan yang cukup mengenai biologi dan ekologi
4. tidak ada satupun cara pengendalian gulma dapat mengendalikan semua spesies gulma secara tuntas depertanamkan
5. bila suatu metode dipraktekkan terus-menerus pada beberapa musim, maka spesies-spesies gulma yang terpengaruhi secara menguntungkan cenderung akan mendominasi dimusim selanjutnya → timbul spesies-spesies gulma utama (major Weed species).
6. efisiensi pengendalian gulma tergantung efektivitas tindakan yang memadai untuk mencapai batas minimum pengendalian tertentu → priode kritis persaingan gulma.
7. pengendalian gulma harus memperhatikan teknik pelaksanaannya dilapangan (faktor teknis), biaya yang diperlukan (faktor ekonomis), dan kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan.

P.G. SECARA PREVENTIF

- ✚ pencegahan gulma baru terutama ditujukan terhadap spesies-spesies yang sangat merugikan dan belum terdapat tumbuh di lingkungan tersebut.
- ✚ spesies-spesies gulma asing yang cocok di tempat-tempat baru → pengganggu dahsyat (explosif).
- ✚ Tindakan pencegahan :
 1. menggunakan biji tanaman yang tidak terkontaminasi dengan biji gulma. Biji gulma → alat perkembang biakan dan penyebaran gulma yang efisien.
 2. menghindari penggunaan pupuk kandang yang belum matang.
 3. menghindari pengangkutan jerami dan rumput makanan ternak dari tempat lain.
 4. membersihkan tanah-tanah yang berasal dari tempat lain, tubuh dan kaki ternak dari biji-biji gulma.
 5. mencegah pengangkutan tanaman beserta tanah-tanahnya dari tempat-tempat lain.
 6. membersihkan gulma dipinggir-pinggir sungai dan saluran air.
 7. menyaring air pengairan agar tidak membawa biji-biji gulma.
 8. diusahakan gulma jangan sampai membentuk organ perkembangbiakan → vegetatif
- ✚ KARANTINA TUMBUHAN
 - ✎ Istilah karantina (quarantine) berasal dari kata "quaranta" → empat puluh
 - ✎ Karantina tumbuhan bertujuan mencegah pemasukan organisme pengganggu tumbuhan dengan jalan undang-undang → organisme pengganggu tumbuhan yang tersebar lewat perantara lalu lintas / perdagangan
 - ✎ Salah satu pasal dari konvensi FAO ke 5 menegaskan perlunya didirikan organisasi perlindungan tanaman regional yang bekerja pada daerah geografi yang berbeda
 - ✎ 27 September 1980 → Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, dan Philipina membentuk PLANTI
 - Planti → gulma A1 dan A2
 - A1 → belum terdapat di kawasan ASEAN
 - A2 → ada di salah satu Negara atau beberapa negara ASEAN tetapi belum terdapat di negara ASEAN yang lain.

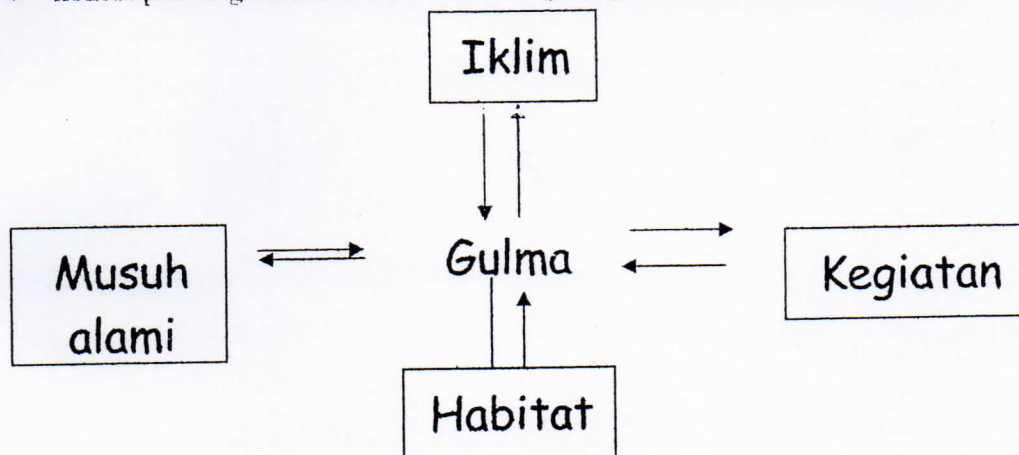
- ✎ Dinas karantina tumbuhan Indonesia :
 1. Menjalankan tugas berdasarkan peraturan dan undang-undang
 2. Bertindak atas nama menteri pertanian.
- ✎ Tugas : 1. karantina luar negeri antar → negara
2. karantina dalam negeri → pulau ke pulau
- ✎ Peraturan import bahan-bahan tanaman : larangan dan pembatasan
- ✚ Falsafah Karantina :
Dapat dibenarkan secara ekonomi, mempunyai sanksi hukum, tidak membatasi hak dan kebebasan masyarakat dengan ketentuan yang tidak dapat dipertanggungjawabkan.

PENGENDALIAN HAYATI

1. Smith (1919) → arti sempit → yaitu penggunaan musuh alami baik yang diintroduksi maupun yang sudah ada di suatu daerah untuk mengendalikan gulma.
 2. Ordish (1967) → penggunaan biota untuk melawan biota.
- ✚ PH secara luas → setiap usaha pengendalian organisme pengganggu dengan tindakan yang didasarkan ilmu hayat (biologi).
 - ✚ Legum Cover Crop (LCC) ?
- Jadi PHG yaitu cara pengendalian dengan menggunakan musuh-musuh baik hama, patogen, ternak, ikan, dst. Guna menekan pertumbuhan gulma
- ✚ PHG hanya digunakan untuk spesies gulma asing yang telah menyebar luas di suatu daerah

PENGENDALIAN ALAMI DAN HAYATI

- ✚ kehidupan organisme dalam suatu lingkungan saling kait mengkait.



Gambar 1. Pengendalian hayati dan alami

Perbedaan antara pengendalian alami dan hayati yaitu ada atau tidaknya campur tangan manusia dalam ekosistem.

KONSEP PENGENDALIAN HAYATI

- Paling layak tetapi paling sulit karena derajat ketelitiannya tinggi dan memerlukan serangkaian tes dalam jangka panjang.
- Dasar pengendalian hayati adalah kenyataan bahwa di alam ada musuh alami yang mampu menekan beberapa spesies gulma.
- Ditujukan untuk menekan populasi gulma sampai di bawah ambang ekonomi.

- Keberhasilan introduksi suatu agen pengendali hayati kadang-kadang ditentukan kondisi iklim.
- Pengendalian hayati kurang cocok untuk lahan dengan pengusahaan intensif.

SYARAT MUSUH ALAMI (Huffaker, 1970)

1. Mampu membunuh gulma inang atau mencegah reproduksinya baik langsung atau tidak langsung
2. Mempunyai adaptasi baik terhadap gulma inang maupun lingkungan yang ditumbuhinya.
3. Daya penyebaran tinggi serta mampu menjangkau daerah-daerah lain yang ditumbuhi inangnya
4. Kapasitas reproduksinya cukup untuk mengejar peningkatan populasi tumbuhan inang ketika kondisi kurang menguntungkan

MUSUH ALAMI MENURUT SIFATNYA

1. Monofag atau oligofag → mempunyai satu jenis inang. Terdiri dari serangga atau patogen.

Mis. *Dactylopius opuntia* → *Opuntia dilemmii*
Puccinia chondrillina → *Chondrillina jausea*

2. Polifag → mempunyai banyak inang.

Mis. Hewan ternak, ikan

ASAL MUSUH ALAMI

- a. Golongan binatang: mamalia, pisces, molusca, acarina, serangga
- b. Golongan tumbuhan: patogen

CONTOH PGH BERHASIL

1. *Opuntia spp.* → *Cactoblastis cactorum*
2. *Lantana camara* → *Agromyza lantanae*

CONTOH PGH GAGAL

Lantana camara → *Tekonemia scrupilosa*
→ *Sesamun indicum*

Pengendalian hayati gulma telah berkembang dengan ditemukannya beberapa jenis pathogen menjadi mikoherbisida. Misal:

1. *Colletotrichum gloeosporioides f.sp. aeshynomene* → College TM. *Aeschypomene vieginica*
2. *Phytophthora palmivora* → Devine
Morrenia odorata.

PENGENDALIAN KULTUR TEKNIK

- ✚ Disebut juga pengendalian secara ekologis → menggunakan prinsip-prinsip ekologi.
- ✚ Caranya: menggunakan praktik-praktik budidaya.
- ✚ Perlu penelitian yang mendalam sebelum diterapkan.

1. ROTASI TANAMAN

Tujuan: mengatur dan menekan populasi gulma dalam ambang yang tidak membahayakan.

Prinsip: memanfaatkan tanah, air, sinar matahari dan waktu secara optimum →

Diperoleh hasil yang maksimum

Cara: menanam berbagai jenis tanaman secara bergiliran dalam waktu satu tahun pada areal tertentu.

Contoh: padi-kedelai-padi, padi-tebu-kedelai.

- ✚ Dengan pergiliran tanaman kondisi mikroklimat akan berubah-ubah sehingga gulma tumbuhnya tidak selebat sebelumnya.

2. SISTEM BERTANAM

- ✚ Tumpangsari, tumpang gilir, tanaman sela, pengaturan waktu tanam, pemupukan yang tepat, pemilihan varietas yang tepat, dsb.

3. PENGATURAN JARAK TANAM

- ✚ Dasar: mengatur cahaya matahari yang sampai ke permukaan tanah.
- ✚ Penanaman dilakukan dengan jarak tanam optimum.
 - renggang → gulma subur → hasil rendah
 - rapat → gulma tertekan → hasil rendah → etiolasi.
- ✚ Perlu diperhatikan: Kandungan hara
 - Tanah subur → jarang
 - Tanah miskin → rapat
 - Varietas tumbuh tegak → rapat
 - Varietas tumbuh rebah → jarang
 - Varietas tumbuh lambat → rapat
 - Varietas tumbuh cepat → jarang
 - Dominasi gulma tinggi → rapat
 - Dominasi gulma rendah → jarang

4. PEMUPUKAN

- ✚ Dipakai untuk tanaman padi sawah. Caranya: mengatur pemberian N.
- ✚ Hasil penelitian:
 - a. Kayu apu (*Pistia stratiotes*) → kurang responsif terhadap N.
 - Tanpa N → penurunan hasil 35%
 - 0,45g N/kg tanah → penurunan hasil 9%
 - b. Jajagoan (*Echinochloa crusgalli*) → sangat responsif terhadap N.

Tabel 1. Hubungan antara varietas padi, dosis pupuk N dan penurunan hasil padi pada sawah yang ditumbuhi jajagoan

| Varietas | Dosis (kg/ha) | | |
|-----------|---------------|-----|-----|
| | 0 | 90 | 120 |
| PB-36 | 31% | 34% | 21% |
| Sukomandi | 36% | 33% | 44% |

5. PENGAIRAN

- ✚ Untuk padi sawah, rawa
- ✚ Lama pengairan menentukan jenis gulma yang akan dikendalikan, misal:
 - Diairi 2 minggu → *Monochoria vaginalis*
Sphaenoclea zeylanica
 - Diairi terus menerus → *Fimbristylis littoralis*, *Scirpus juncoides*, *Cyperus difformis* dan *C. iria*.

6. PEMULSAAN

- ✚ Mulsa adalah bahan-bahan mati yang dihamparkan dipermukaan tanah untuk tujuan tertentu.
- ✚ Dasar: mengurangi cahaya matahari yang sampai ke permukaan tanah sehingga perkecambahan dapat dicegah dan fotosintesis dapat dihambat.
- ✚ Bahan: organik (sisa-sisa tanaman, rumput, biomas, pupuk hijau, serbuk gergaji, dsb.) dan an-organik (plastik, polietilen)
- ✚ Perlu diperhatikan keawetan dari bahan mulsa.

7. TANAMAN PENUTUP TANAH

- ✚ Disebut juga tanaman pelengkap atau tanaman pesaing.
- ✚ Dasar: mencegah perkecambahan dan pertumbuhan gulma sambil membantu tanaman pokoknya mendapat nitrogen.
- ✚ Syarat: perakaran dangkal, cepat pertumbuhannya, tipe pertumbuhan menjalar, tidak kompetitif, bisa menghasilkan nitrogen.
- ✚ Misalnya: LCC (Legum Cover Crop) → terdiri dari: *Calopogonium muconoides*, *C. caeruleum*, *Centrosoma pubescens*, *Pueraria javanica*, *Flemingia macrophylla* dan *Crotalaria javanica*.
- ✚ Berhasil dipakai di perkebunan untuk mengendalikan gulma berbahaya terutama rumput.
- ✚ **Formula:**
 - a. Perkebunan karet: *C. caeruleum* : *C. pubescens* : *P. phasioloides* = 3 : 2 : 1.
 - b. Kelapa sawit: *P. javanica* : *Psophocarpus palustris* : *C. pubescens* = 1 : 8 : 12.
 - c. Coklat : *F. macrophylla* dan *C. javanica* → Sebagai pelindung.

PENGENDALIAN KIMIA

- ✚ Herbisida adalah suatu senyawa kimia yang digunakan untuk mengendalikan gulma tanpa mengganggu tanaman pokok.
- ✚ **Keuntungan herbisida:**
 - 1. Dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu
 - 2. Dapat mengendalikan gulma di larikan tanaman
 - 3. Dapat mencegah kerusakan tanaman
 - 4. Lebih efektif membunuh gulma tahunan dan semak belukar
 - 5. Ekonomis
- ✚ **Kelemahan Herbisida:**
 - 1. Keracunan tanaman
 - 2. Muncul spesies gulma resisten
 - 3. Residu
 - 4. Polusi
- ✚ **Perkembangan penggunaan herbisida:**
 - Setelah PD I → berkembang pesat → mengalami kemunduran.
 - Setelah 1970 → 75% perkebunan kelapa sawit dikendalikan dengan herbisida kondisi tertentu harga herbisida meningkat → mekanis.
 - 1973 → herbisida mulai digunakan pada perkebunan tebu.
 - ✚ Herbisida ditemukan secara kebetulan → Bubur Bordeaux → dipakai mengendalikan penyakit *downy mildew* pada perkebunan anggur → mematikan gulma
 - ✚ Larutan CuSO_4 untuk mengendalikan cendawan → Dapat mengendalikan gulma daun lebar.

- ↓ Setelah PD II ditemukan 2,4-D → efektif, selektif dan sistemik → dimulai pencarian senyawa organik untuk herbisida.
- ↓ 1944 → herbisida berkembang pesat → boron, thiosianat, amonium sulfat.

KLASIFIKASI HERBISIDA

↓ Menurut Pemakaiannya:

1. herbisida pre-planting → dipakai sebelum tanaman ditanam. Tujuan: membunuh biji-biji dan kecambah gulma yang baru tumbuh.
2. Herbisida pre-emergence → dipakai sebelum benih dan biji gulma berkecambah Tujuan: membunuh kecambah gulma yang baru tumbuh
3. Herbisida post-emergence → dipakai baik gulma maupun tanaman sudah tumbuh di lapangan → lewat masa kecambah.

↓ Menurut sifat morfologi gulma

1. efektif untuk rumput
2. efektif untuk teki
3. efektif untuk daun lebar.

↓ Menurut Cara Kerja:

1. Herbisida kontak → mematikan jaringan tumbuhan yang terkena dan sekitarnya. Syarat: harus merata. Kelemahan: organ vegetatif yang berada di dalam tanah tidak bisa terkena.
2. Herbisida sistemik → dapat masuk tubuh tumbuhan dan bergerak melalui jaringan pembuluh ke seluruh sistem jaringan tumbuhan. Syarat: zat kimia tidak merusak jaringan yang dilalui. Kelebihan: dapat membunuh organ vegetatif yang berada dalam tanah.

↓ Menurut Selektifitasnya:

1. Herbisida selektif: mematikan spesies tertentu tanpa merusak spesies lain dalam populasi campuran.
2. Herbisida non-selektif: mematikan seluruh gulma yang terkena.

↓ Menurut bentuk molekul:

1. Herbisida an-organik → senyawa arsenite, senyawa boron, sodium chlorat, calcium sianamide
2. Herbisida organik:
 - a. Herbisida chlorophenoxy
 - b. Carbamat
 - c. Cloroacetamide
 - d. Triazine
 - e. Chlorinated aliphatic acid
 - f. Phenol
 - g. Substitusi urea
 - h. Chlorobenzoic acid
 - i. Herbisida lain: amitrol, diquat, paraquat, endothal, trifluralin, picloran
 - j. Fumigant: CS_2 , CCl_3NO_2 , CH_3Br , chloropicrim

↓ Cara penggunaan herbisida:

1. Terbatas dalam barisan
2. Menyeluruh
3. Tempat terbatas
4. Pangkal batang
5. Diusap pada bagian daun gulma
6. Dicampur dengan tanah

FORMULASI

Herbisida yang belum diformulasikan —————> herbisida teknis

↓ Kejelekan

1. bentuk fisiknya bermacam-macam
2. sangat beracun
3. aktivitas hilang selama penyimpanan
4. mungkin tidak larut dalam air

↓ Tujuan formulasi

1. mempunyai sifat fisik yang cocok untuk digunakan dengan alat serta cocok pada kondisi yang berbeda
2. mempunyai daya kerja yang efektif
3. ekonomis

↓ Cara penggunaan herbisida

1. bentuk basah (disemprotkan) :
 - a. tepung dapat ralut (Soluble Powder/SP)
 - b. tepung dapat basah (Wettable Powder/WP)
 - c. cairan dapat larut (Emulsifiable Concentrat/EC)
 - d. cairan dapat alir (Flowable Liquid/FL)
 - e. konsentrasi dapat larut air (Water soluble concentrate / WSC)
2. bentuk kering (ditaburkan) :
 - a. Dust (tepung hembus / D)
 - b. Butiran (Granular / G)
 - c. Pellet
3. bentuk gas :
 - a. Fumigasi
 - b. Aerosol

↓ Macam-macam formulasi herbisida :

1. Larutan
2. Suspensi
3. Emulsi
4. Butiran dan pellet

A. LARUTAN

Yaitu suatu campuran yang homogen dari satu atau lebih bahan yang dilarutkan (solute) baik yang berupa benda padat, cair atau gas ke dalam benda lain yang disebut pelarut (solvent). Misalnya garam-garam NA dari 2,4-D —————> bahan aktif 2,4-D dalam bentuk asam yang sukar larut dalam air, pentanol dan ester tetapi mudah larut dalam minyak.

↓ Segi negatif :

1. mudah bereaksi dengan garam-garam yang mungkin terdapat dalam air dan membentuk endapan yang nonfitoksis atau yang dapat menyumbat alat semprot
2. bahan aktif sukar menempel pada daun, karena adanya lapisan lilin.
3. mudah terbawa masuk ke dalam tanah (tercuci oleh air) —————> bisa negatif atau positif.

↓ Keuntungan :

Kemudahan pemakaiannya dengan larutan yang seragam tanpa tambahan bahan lain.

B. EMULSI

Yaitu campuran dari dua jenis cairan, dimana yang satu didispersikan sehingga terjadi cairan baru, dimana di dalam cairan tersebut keadaan cairan-cairan asalnya masih nampak.

Misalnya ester 2,4-D yang larut di dalam pelarut minyak, bila dicampurkan dengan air akan membentuk emulsi (seperti susu).

- Air (carrier) bertindak sebagai fase yang kontinyu.
- Minyak berfungsi sebagai pelarut adalah fase yang diskontinyu atau yang didispersikan (O/W emulsi)

Kedua fase dalam emulsi tersebut memisah, sehingga perlu ditambahkan :

- sabun (emulsifying agent), fungsinya : memberi ikatan atau menghubungkan kedua fase tanpa berhubungan langsung sehingga reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi.

↓ **Kerugian EC:** - perlu pengadukan

↓ **Keuntungan EC:**

1. Dapat menebus lapisan lilin dari daun
2. Zat pelarutnya bisa fitotoksik (memperkaya dayakerja) —————> bisa positif bisa negatif.
3. Dapat digunakan dalam air yang banyak mengandung garam tanpa menimbulkan reaksi kurang baik, misal timbul endapan.
4. Tidak mudah tercuci dari daun oleh hujan atau percikan air.
6. Mengurangi tegangan permukaan dari air sebagai karier sehingga memperlambat penguapan dari daun.

B. SUSPENSI

Bila bahan aktif dari suatu herbisida tidak larut dalam air atau minyak sebagai pelarut, maka herbisida tersebut dapat diformulasikan dalam *wettable powder* (WP).

Bila WP adalah tepung yang dapat membentuk suspensi bila didispersikan dalam air.

↓ **Cara membuat WP:**

- Bahan aktif dijenuhkan dengan tanah liat (kaolin) yang ditambahi *wetting agent* dan *dispersing agent*. Misal: herbisida 50% WP mengandung kurang lebih:
 - 42% tanah liat (carrier)
 - 2% *wetting agent*
 - 2% *dispersing agent*
 - 4% campuran lain
 - 50% bahan aktif

↓ **Kerugian WP:**

1. Perlu pengadukan
2. Hanya bisa digunakan melalui tanah —————> perlu hujan atau *sprinkler irrigation*
3. Mudah merusak nozzle

D. BUTIRAN

1. Kandungan bahan aktif rendah (1 – 50%), —————> kurang berbahaya
2. Agar mudah menyebar atau merata maka harus dicampur *carrier*
3. Bahan *carrier*: vermiculite, tanah, lempung, limestone, gypsum, pasir, bahan pupuk.

↓ **Kerugian:**

1. Lebih berat sehingga biaya angkut lebih mahal daripada EC dan WP.
2. Mudah dipindahkan oleh air atau angin.
3. Jarang dapat seragam
4. Kurang efektif apabila keadaan kelembaban tanah kurang baik

↓ **Keuntungan:**

1. Tidak memerlukan air maupun alat penyemprot.
2. Jatuh pada daun tidak menimbulkan kerusakan
3. Penyebarannya bisa menghindari bagian tanaman yang lunak —————> langsung ke tanah.

E. DEBU

- Jarang untuk formulasi herbisida. Biasanya untuk insektisida

F. FUMIGAN

- Untuk mematikan gulma berakar dalam, biji-bijian.
- Misal: carbon disulfida, metil bromida, kloropikrin, tetrakloragтана.

↓ Cara kerja:

- ↓ Diinjeksikan ke dalam tanah → ditutup dengan plastik sampai kedap udara.

↓ Keberatan fumigasi:

1. Pemakaiannya mahal
2. Gulma mempunyai kepekaan yang berbeda-beda
3. Tidak fleksibel
4. Sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (kelembaban, suhu, tekstur tanah)

G. BATANGAN LILIN

- Masih dalam taraf percobaan. Cara kerja: menarik batangan lilin di atas gulma

ZAT PELARUT (solvent)

- ↓ **Kegunaan:** untuk membuat larutan dan membuat konsentrat dalam emulsi

↓ Syarat:

1. Harus merupakan pelarut yang kuat
2. Bila formulasi itu digunakan untuk pertanian harus fitotoksik
3. Tidak boleh larut dalam air bila bahan aktif itu juga tidak larut dalam air.

- ↓ Berat jenis solvent lebih kurang sama dengan berat jenis air supaya tidak timbul buih atau endapan.

ZAT PEMBAWA (carrier, diluent, inert)

- ↓ Biasa dibuat dari sisa-sisa hasil pertanian, tanah liat dan bahan lain.

↓ Sifat-sifat:

1. mempunyai daya serap kuat
2. tidak aktif supaya tidak merusak bahan aktif herbisida
3. *wettability, flowability, bulk density*

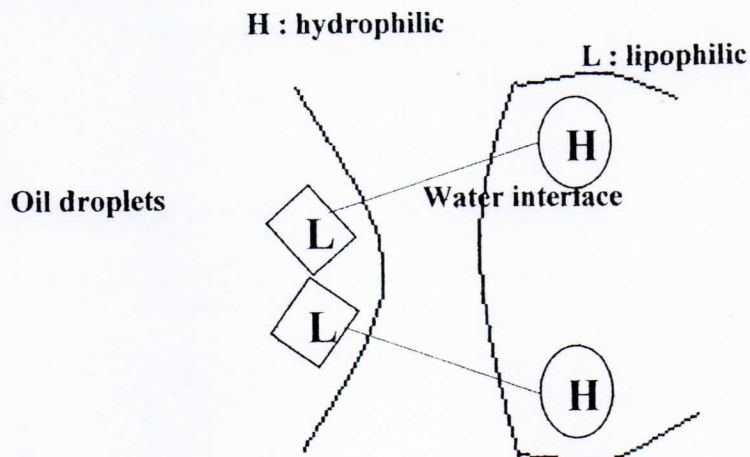
SURFACTANT (surface active agent)

- ↓ adalah bahan yang dapat dipergunakan untuk memperlancar bekerjanya herbisida pada tumbuh-tumbuhan sehingga efektivitas herbisida dapat dipertinggi.

↓ Macamnya:

1. Emulsifying agent.

- Dipergunakan untuk menghu-bungkan fase cair-cair, misal-nya: minyak – air. Mempunyai bagian yang Liphophilic (non polar) dan Hydrophilic (polar).



2. Wetting agent

- Dipergunakan untuk menghubungkan fase cair-padat, misalnya: herb. WP
- Dapat mengurangi tegangan permukaan air → mempertinggi daya membasahi → mengurangi pengendapan partikel-partikel herbisida.
- Dipergunakan untuk herbisida dengan formulasi suspensi.

3. Sticker dan Sprider

- Sticker → menyebabkan herbisida mudah menempel pada tumbuhan
- Spreader → menyebabkan herbisida menyebar secara homogen pada daun.

↓ Tipe Surfactant

- Ada 3 tipe → anionik, kationik, non-ionik.
- Kebanyakan surfactant terdiri dari garam.

KOMPETISI

Hubungan timbal balik antar organisme

Tabel 1. Interaksi biologis pada makhluk hidup

| JENIS | ADA | | TIDAK | |
|--------------------------------|-----|---|-------|---|
| | A | B | A | B |
| Netralisme | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kompetisi | - | - | 0 | 0 |
| Mutualisme | + | + | - | - |
| Protokooperatif | + | + | 0 | 0 |
| Komensalisme | + | 0 | - | 0 |
| Amensalisme | 0 | - | 0 | 0 |
| Parasitisme, predasi, herbivor | + | - | - | 0 |

Keterangan : + = stimulus, untung
0 = netral, tidak rugi
- = depresi, rugi

- ↓ Yaitu hubungan timbal balik 2 organisme hidup yang satu diuntungkan dan yang satu dirugikan

↓ Kerugian :

1. langsung → penurunan hasil
 - Kuantitas (jumlah)
 - Kualitas (mutu)
2. tidak langsung → inang sementara (OPT, musuh alami), biaya produksi tinggi

↓ Penurunan kuantitas hasil dipengaruhi :

1. jumlah gulma
2. berat gulma
3. lama kompetisi
4. perbedaan siklus hidup
5. jenis gulma

↓ Macam kompetisi

A. Kompetisi di atas tanah

1. CO₂
2. cahaya

peubah yang diamati : luas daun, kemiringan daun, susunan daun, tajuk daun agar menang :

1. ekspansi daun cepat
2. tajuk lebih tinggi

3. mendung → horisontal
cerah → tegak
4. ukuran daun besar
5. pertumbuhan lambat → harus C4
6. susunan daun mosaik
7. alokasi fotosintesis ke penambahan tinggi batang
8. pertumbuhan batang cepat

B. Kompetisi di bawah tanah

1. kompetisi air
2. kompetisi hara → N
3. kompetisi O₂

peubah yang diamati : distribusi akar, panjang akar, berat akar, jumlah cabang.

HERBICIDES AND THE SOIL

Herbicides are commonly applied directly to soils for the control of weeds. When a herbicide comes in contact with the soil it is immediately subjected to a variety of processes common to soils (Figure 1).

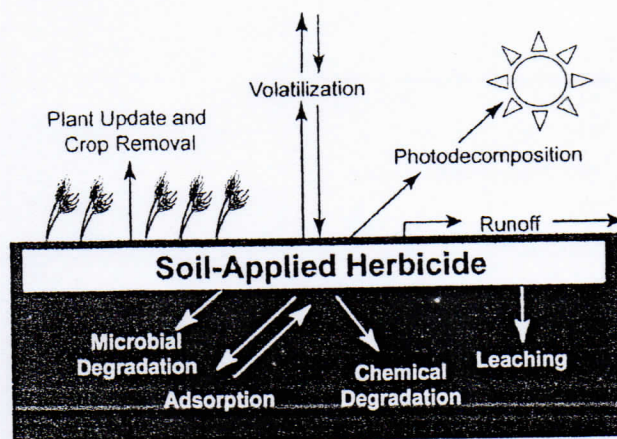


Figure 1. Processes by which soil-applied herbicides may be inactivated.

Factors that affect the persistence of a herbicide in the soil are classified as either degradation processes or transfer processes. The degradation processes that break down herbicides and change their chemical composition are (1) biological decomposition, (2) chemical decomposition, and (3) photodecomposition. Transfer processes important in determining what happens to herbicides in the soil are (1) adsorption by soil colloids, (2) leaching or movement through the soil, (3) volatility, (4) surface runoff, (5) removal by higher plants when harvested, and (6) absorption and excretion by plants and animals. Each factor is discussed later in more detail.

Degradation Processes

Biological Decomposition. Biological decomposition of herbicides includes detoxification by soil microorganism and higher plants.

Microbial decomposition. The principal microorganisms in the soil are algae, fungi, actinomycetes and bacteria. They must have food for energy and growth. Organic compound of the soil provide this food supply, the exception being a very small group of organism that feeds on inorganic sources. Table 1. shows active organisms of selected herbicides

Table 1. Active Organisms of Selected Herbicides

| Common name | Active organisms |
|-------------|--|
| 2,4-D | Achromobacter Corynebacterium Flavobacterium |
| Monuron | Pseudomonas |
| Dalapon | Agrobacterium Pseudomonas |
| 4-CPA | Achromobacter Flavobacterium |

Microorganisms use all type of organic matter, including organic herbicides. Some chemicals are easily decomposed (easily utilized by the microorganism) whereas other resist decomposition. The microorganism use carbonaceous organic matter in their bodies, primarily through aerobic respiration. In the process, O_2 absorbed and CO_2 released.

If an organic substance such a herbicide is applied to the soil, microorganism immediately attack it. Those can utilize the new food supply will likely flourish and increase in number. In effect, this has tent decomposition of that organic substance. When the substance has decomposed, the organism generally decreased in number because their food supply is gone. However, recent observations of accelerated degradation of thiocarbamate herbicides in soils previously treated with these herbicides suggest that increased capacity for degradation of the herbicides persists even after the herbicides are removed.

Other factors beside food supply may quickly affect the growth and rate of multiplication of microorganism. These factors are temperature, water, oxygen, and mineral nutrient supply. Most soil microorganisms are nearly dormant at $40^{\circ}F$, $74-90^{\circ}F$ being the most favorable for microbial growth. Without water most microorganisms become dormant or die. Aerobic organisms are very sensitive to an adequate oxygen supply, and deficiency of nutrient, such as nitrogen, phosphorus, or potash, may reduce microorganism growth.

These a herbicide may remain toxic in the soil for considerable time if the soil is cold, dry, purely aerated, or if other condition are unfavorable to the microorganism. If the organism destroyed by soil sterilization (steam or chemical methods), decomposition of the herbicides may temporarily stop.

Soil pH also influences growth of microorganism. In general, the bacteria and actinomycetes are favored by soils having a medium to high pH, and their activity is seriously reduced below pH 5.5. Fungi tolerate all normal soil pH value. In normal soils, therefore, fungi predominate at pH 5.5 and below. Above pH 5.5 fungi are reduced through competition with bacteria and actinomycetes.

Thus a warm, moist, well-aerated, fertile soil with optimal pH is most favorable to microorganism. Under these ideal conditions, these organisms can quickly decompose organic herbicides. Microbial decomposition of many herbicides follows typical growth curves for bacterial populations.

Higher Plant Decomposition. Herbicides absorbed from the soil by higher plants are generally changed or metabolized. A small amount can remain in the original form and can be stored or exuded.

Chemical Decomposition. Chemical decomposition is the breakdown of a herbicide by a chemical process or reaction in the absence of a living organism. This may involve reactions such as oxidation, reduction, and hydrolysis. For example dalapon will slowly hydrolyze in the presence of water, rendering ineffective as a herbicide. Another example is the hydrolysis of triazine and sulfonylurea herbicides in low pH or acidic soils.

In soil saturated with water, oxygen will likely become a limiting factor. Under such conditions, anaerobic degradation of organic compounds can be expected. It has not been established whether this is chemical or microbial, but it is probable that both are involved. Trifluralin, under standing water, was completely degraded in 7 days at $76^{\circ}F$ in non autoclaved soils, whereas only 20% had degraded at $38^{\circ}F$.

Photodecomposition. Photodecomposition, decomposition by light, has been reported for many herbicides. This process begins when the herbicide molecule absorbs light energy; this cause excitation of the electrons and may result in breakage or formation of chemical bonds.

Some products of photodecomposition are similar to those produced by chemical or biological means.

Chemicals applied to soil surface are frequently lost, especially if an extended period without rain follows herbicide application. It is entirely possible that photodecomposition is responsible for the loss. However, other factors that may account for the loss should not be overlooked. Volatilization accentuated by high soil-surface temperatures, biological and chemical degradation, and adsorption are a few of the factors that should be considered in explaining the disappearance of herbicides from soils.

Transfer Process

Adsorption on Soil Colloids. Adsorption on soil colloids is the most important factor by which herbicides become unavailable for uptake (absorption) by plants and microorganism. All soil-applied herbicides are adsorbed to some extent, and their herbicidal activity is reduced in direct proportion to the amount adsorbed. Adsorbed herbicides are in a passive state-unavailable to biological, physical, and chemical processes until desorption occurs.

The adsorption of herbicide ions and molecules in soils occurs on the clay and humic colloidal fractions of the soils. As a soil term, colloid refers to the microscopic (1 μm or less in diameter) inorganic and organic particles in the soil. These particles have an extremely large surface area (Table 2).

Table 2. The size, number, and surface area of soil particles.

| Particle type | Diameter (mm) | Number of particles/g | Surface area (cm^2/g) |
|------------------|---------------|-----------------------|---|
| Very coarse sand | 2.00-1.00 | 90 | 11 |
| Coarse sand | 1.00-0.50 | 720 | 23 |
| Medium sand | 0.5-0.25 | 5,700 | 45 |
| Fine sand | 0.25-0.10 | 46,000 | 91 |
| Very fine sand | 0.10-0.05 | 722,000 | 227 |
| Silt | 0.05-0.002 | 5,776,000 | 454 |
| Clay | Below 0.002 | 90,260,853,000 | 8,000,000 |

Many clay particles chemically react like the negative radical of weak acid, such as COO^- in acetic acid. Thus, the negative clay particles attracts to its surface positive ions (cations) such as hydrogen, calcium, magnesium, sodium, and ammonium. These cations are rather easily displaced, or exchanged (from the clay particle) for other cations. They are known as exchangeable ions. This replacement is called ionic exchange or base exchange.

The base-exchange capacity of a soil is expressed as milliequivalents (meq) of hydrogen per 100 g of dry soil. A soil with a base-exchange capacity of 1 meq can adsorb and hold 1 mg of hydrogen (or its equivalent) for every 100 g of soil. This is equivalent to 100 ppm or 0.001% hydrogen.

The interaction of herbicides with negatively charged soil colloids (clay, organic matter) is dependent on the chemical nature of the herbicides. Positively charged (cationic) herbicides such as diquat and paraquat bound to clays are not readily displaced through ion exchange. Basic herbicides such as triazines can become cations in low-pH (acid) soils and adsorb to soil particles by ionic bonds. Thus the activity of s-triazine herbicides such as atrazine is greater in high-pH (basic) soils than acid soils. This happen because a higher percentage of the herbicide molecules, which are cations in the acid soil, are rendered unavailable to plants through adsorption to soil colloids.

Negatively charge (anionic) herbicides such as 2,4-D (phenoxy), dicamba (benzoic) and dalapon (aliphatic) are not readily adsorbed because they have the same negative charges as the soil particles. However, small amounts may be bound to organic matter and positively charged soil colloids such as iron and aluminum hydrous oxides.

Small amount of neutral or nonionic (molecular form) herbicides can be adsorbed by soil particulate matter through relatively weak physical forces. Adsorption of nonionic herbicides generally increases as their water solubility decreases. For example, highly water-insoluble herbicide such as the dinitroanilines are adsorbed in large quantities by the organic matter and clay play important roles in determining phytotoxicity and residual persistence through adsorption, leaching, volatilization, and biodegradation. Observations in research work as well as in the field have shown the following:

1. Soils **high in organic matter** require relatively **large amounts** of most soil-applied herbicides for weed control.
2. Soils high in clay content require more soil-applied herbicide than sandy soils for weed control.
3. Soils **high in organic matter and clay content** have a tendency to **retain herbicides for a longer time** than sand. The adsorbed herbicide may be released so slowly that the chemical is not effective as a herbicide.

Leaching. Leaching is the downward movement of a substance with water through the soil. Leaching may determine herbicide effectiveness, may explain selectivity or crop injury, or may account for herbicide removal from the soil. Pre-emergence herbicides are frequently applied to the soil surface. Rain or irrigation leaches the chemical into the upper soils layers. Weed seeds germinating in the presence of the herbicide are killed. Large-seeded crops such as corn, cotton, and peanuts planted below the area of high herbicidal concentration may not be injured.

Some herbicides can be removed from the soil by leaching. For example, sodium chlorate can be applied to shallow-rooted turf and the chemical leached to kill deep-rooted plants without injuring the turf.

The principal factors influencing leaching of herbicides in soils are:

1. Soil texture
2. Soil permeability
3. volume of water flow
4. Adsorption of herbicide to soil particles.
5. Water solubility of herbicide.

Leaching results in the physical movement of the molecules of a herbicide in soil; such movement may or may not be desirable.

Desirable attributes of leaching include:

1. Soil incorporation of herbicides.
2. Enhancing plant-herbicide interception
3. Reduction and removal of herbicide residues from soils.

Undesirable attributes of leaching include:

1. Poor weed control following partial or complete removal of herbicide from areas of plant growth.
2. Crop injury due to transport of herbicide into the absorption zone of susceptible crop plants.
3. Increased loss of herbicide from soils by volatility due to moving herbicide to soil surface by reverse leaching.
4. Accumulation of herbicide in amounts toxic to otherwise tolerant crop plants.

Herbicides, in general, may be leached downward in soils to distances of less than 2.5 cm to more than 1 m.

Two factors in soils that indirectly influence leaching of herbicides are:

1. Soil acidity (pH)
2. Soil colloids (in-organic and organic).

The effect of pH on leaching of herbicide molecules lies primarily in its influence on the adsorption of these molecules to soil colloids and on chemical reactions between the herbicide molecules and various soil constituents.

The influence of soil colloids on leaching of herbicide molecules in soils is primarily one of adsorption of these molecules. Increases in the soil colloid content of a soil result in increased adsorption of herbicide molecules, accompanied by decreased leachability.

Volatilization. Volatilization is the process by which a substance passes from the solid or liquid state to the gaseous state. Volatility of herbicides becomes of practical importance when economic loss occurs.

The volatilization of herbicides applied to soils is of practical concern when:

1. Poor weed control results owing to loss of the herbicides from the soil.
2. Crop injury occurs owing to drift of the vapors of the herbicides via the atmosphere onto susceptible crop plants.

Herbicides volatilize and are lost much more rapidly from moist soils than from dry soils, because herbicides generally are adsorbed more strongly in dry soils than in moist soils. In moist soils, water molecules compete successfully with herbicide molecules for the adsorptive sites on the soil colloids. Thus, herbicide molecules tend to remain free in the soil solution, and those which have been adsorbed may be displaced by water molecules. Herbicide molecules present in the soil solution may be carried to the soil surface by leaching and lost to the atmosphere by volatilization.

Vapor pressure is the best indicator of a substance's vaporizing potential. The higher the vapor pressure, the greater the tendency of a substance to volatilize. The vapor pressure is dependent on temperature and on the nature of the substance involved; it is independent of the presence of other gases.

Rain or irrigation water applied to a dry or moderately dry soil will usually leach a surface applied herbicide into the soil, or aid in its adsorption by the soil. Once adsorbed by the soil, the loss by volatility is usually reduced.

Surface Runoff. Herbicides applied to the soil surface may dissolve in rainwater and leach into the soil. However, heavy rains may carry the dissolved herbicide away from the treated area. Severe runoff, which causes erosion, can also carry adsorbed herbicides on the eroding soil particles. "Washoff" is the term used to describe such losses. Cultural practices which minimize erosion such as conservation tillage (with large amounts of plant residues on the soil surface) or contour plowing will help minimize washoff losses of herbicides.

Removal by Higher Plants. Herbicides may be adsorbed by the crop or surviving weeds and stored or given off in their original form. Usually, however, the herbicide molecule is altered in the plants by metabolism, and the herbicide breakdown products are either used by plants or discharged back into soil solution. In some cases, herbicides are retained within the tissues of the plant, thereby delaying decomposition.

Herbicides may be removed from treated fields if the compounds are present in harvested plant parts, but amounts removed are nearly always insignificant.

Removal of herbicides from the soil by plants may not be a major factor in persistence of herbicides under most conditions; however it has been used to help remove persistent herbicides from soils where they were applied as soil sterilants and the planting of ornamentals was desired (e.g., corn for simazine or atrazine removal).

Exudation. Herbicides that are absorbed by plants and microorganisms can also be exuded or discharged from inside the organism to the surrounding environment. The herbicide can be in altered form from the original form. Generally, this does not represent a significant percentage of the amount the herbicide absorbed.

Suggested Reading :

Anderson, W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.

Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc. New York.

HERBICIDES AND THE PLANTS

Herbicides must enter the "living" cytoplasm of plants before they can induce their toxic effect. Thus, herbicide entry into plants is not complete until its ions or molecules have penetrated plant barriers to absorption and been released into the cellular cytoplasm; contact-type herbicides that act by disrupting the outer cellular membrane (the plasmalemma) are exceptions.

When a herbicide comes in contact with a plant, its action is influenced by the morphology and anatomy of the plants as well as numerous physiological and biochemical processes that occur within the plant. These processes include (1) absorption, (2) translocation, (3) molecular fate of the herbicide in the plant, and (4) effect of the herbicide on plant metabolism.

The interaction of these plant factors with the herbicide determines the effect of a specific herbicide on a given plant species. When one plant species is more tolerant to the chemical than another plant species, the chemical is considered to be selective.

The following terms will also be used repeatedly in the subsequent discussion of how herbicides kill plants: (1) herbicide- a chemical that kills or inhibits growth of plants, (2) contact herbicide- a herbicide that causes injury only to tissue to which it is applied, (3) mobile herbicide- a herbicide that moves or translocates in a plant, (4) symplast- total living protoplasmic continuum of a plant; its continuous throughout the plant and there are no islands of living cells; the phloem is a component of the symplast and long distance symplastic translocation is via the phloem and, (5) apoplast- total nonliving cell-wall continuum of a plant; the xylem is a component of the apoplast and long distance apoplastic translocation is via the xylem.

A herbicide must enter the plant to be effective. Some plant surfaces absorb a herbicide readily, but others absorb a herbicide slowly, if at all. The chemical nature of the herbicide is also involved. Therefore, differential absorption or selective absorption may account for differences in plant responses.

The two most common sites of entry in plants are the leaves and the roots. In addition, some chemicals are effectively absorbed through stems, including coleoptiles or young shoots as they grow through treated soil. Seeds also absorb herbicides.

Leaf Absorption

Initial leaf penetration may take place either through the leaf surface or through the stomates. The volatile fumes of some herbicides and some solutions enter through the stomates. However, the direct penetration through the leaf surface is of greater importance. For this route, the herbicide must first penetrate the cuticle, which is a nonliving layer that covers plant leaves and stems. Greater cuticular penetration occurs at preferential absorption sites (e.g., thin cuticle) at trichome bases and anticlinal walls.

To gain entry into plants, herbicides deposited on leaf surfaces must:

1. Penetrate the waxy cuticle covering epidermal cells.
2. Penetrate the cell wall of epidermal cells.

3. Penetrate the plasmalemma (the outer plasma membrane)
4. Be released into the cytoplasm within the cell.

The process of foliar absorption is not completed until the herbicide ions or molecules are released into the cytoplasm of the cell.

There is gradual transition in the polar nature of the cuticle-cell wall complex from the surface wax to the cellulose. The cuticular wax is the most nonpolar or hydrophobic (water hating), followed by cutin, pectin, and cellulose, respectively. Cellulose is the most polar or hydrophilic (water loving). Therefore, polar herbicides have considerable difficulty entering the cuticular wax, but once they pass this barrier they enter each succeeding phase more readily. In contrast, nonpolar herbicides readily enter the cuticular wax but have increasing difficulty passing into each succeeding phase. Thus the polar nature of the herbicide may have considerable influence in its rate of absorption. The challenge is to design herbicides that are neither too polar nor nonpolar to achieve optimum penetration.

Foliar Absorption 21

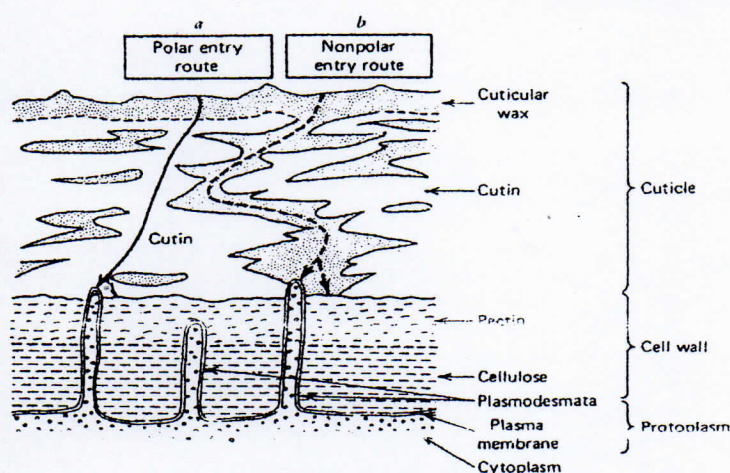


FIGURE 4-1. Hypothetical diagram representing the foliar absorption aspects of cuticle-cell wall-protoplasm structure. Hypothetical routes of entry of (a) polar and (b) nonpolar herbicides.

Figure 2. Diagram representing the foliar absorption of herbicide

Any substance that will bring the herbicide into more intimate contact with the leaf surface should aid absorption. Surfactants increase leaf absorption by (1) reducing interfacial tension to give better "wetting", (2) modifying the wax-like and oil-like substances of the cuticle, and/or (3) reducing drying of the spray droplets. The amount of amitrole absorbed by been leaves within 24 hours after application was 13% without surfactant but 78% with surfactant.

The addition of surfactant tends to enhance foliar herbicide absorption in all type of plants. Therefore, a surfactant may reduce the selectivity of the herbicide if that selectivity is dependent on selective foliar absorption.

Root Absorption

For soil-applied herbicides, the roots of plants are an important site of entry. The primary region of herbicide absorption by roots is 5 to 50 mm behind the root tips (Figure 3.)

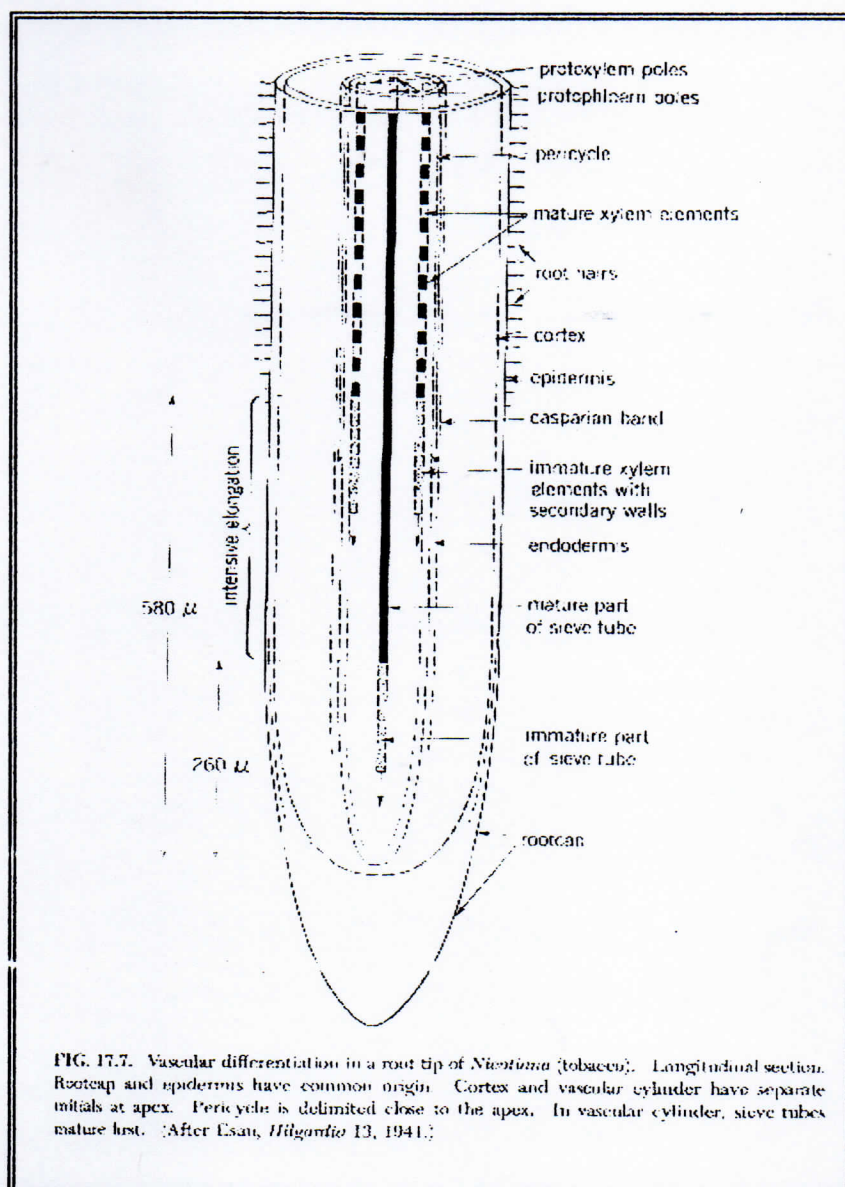


Figure 3. Vascular differentiation in a root tip of tobacco.

Not all plant species readily absorb herbicides via their roots, nor are all herbicides readily root absorbed by a given plant species. Root absorption of some herbicides by grass plants plays a minor role in herbicide effectiveness. The root of most broadleaved plants, however, are a major site of entry for most soil-applied herbicides.

The importance of the roots as site of herbicide entry is directly correlated with the location of the sites of activity of the root-absorbed herbicides. If the sites of activity are located other than in the roots, the herbicides must be translocated from the roots to these sites. In such cases, not only is root absorption of importance but the mobility of the herbicides within the plants is also vital to their effectiveness. Some herbicides form insoluble salts within the plants cells follow root absorption, and these salts are immobile and accumulate in the root cells. Other herbicides remain free and mobile and are translocated readily upward into the shoots of the plants.

Herbicides appear to enter roots by three routes: apoplast, symplast, and apoplast-symplast. The apoplast route involves movement exclusively in cell walls to the xylem. In fully differentiated tissue, this route appears to require that the herbicide pass through the casparian strip. The symplast route involves initial entry into cell walls and then into protoplasm of the cells of the epidermis, cortex, or both. The herbicide remains in the protoplasm and sequentially passes into the endodermis, stele, and phloem by means of cellular interconnecting protoplasmic strands (plasmodesmata). The apoplast-symplast route is identical to the symplast route except for the fact that the herbicide may reenter the cell walls after bypassing the casparian strip and may then enter the xylem. Although certain herbicides may be restricted to one route of entry, others may enter by more than one route. The chemical and physical properties of each herbicide primarily determine which route is followed.

Under most conditions, there is rapid translocation of herbicides upward from roots in the xylem (transpiration stream), but only limited upward transport in the phloem. Therefore, the entry of foliar active herbicides (e.g., Photo System II inhibitors) into the xylem is more important than entry into the phloem for root-absorbed herbicides.

The roots of plants are selective in their absorption of herbicides, much in the same manner as they are with inorganic ions-absorbing some, rejecting others. Obviously, such discrimination is not based on what is, or is not, good for the welfare of the plants; if it were, all phytotoxic chemicals would be barred from entry.

Examples of herbicides that appear to be absorbed readily by plant roots, in general, include: 2,4-D and other phenoxy herbicides, TCA, dalapon, amitrole, chloramben, and the substituted ureas, s-triazine, and dinitroanilines. Of these herbicides, TCA, dalapon, amitrole, the ureas, and s-triazine are translocated readily from the roots into the shoots of plants; 2,4-D and chloramben are translocated slightly; and the dinitroanilines are translocated little, if at all. When 2,4-D acid is absorbed by plant roots it tends to react with sodium ions present in the root cells to form the insoluble salt of 2,4-D, an immobile salt that accumulates in the root cells. Chloramben is metabolically decomposed rapidly in the roots of tolerant plants, too rapidly to be translocated to the shoots in herbicidal amounts.

Shoot Absorption

Some soil-applied herbicides may be absorbed by young shoots as they develop and grow upward through the soil following germination of seeds. Emerging shoots (coleoptiles) are very important sites of uptake for certain herbicides by grass weeds. For example, the young shoots of barnyardgrass are the main site of EPTC uptake and also the prime site of injury. Soil-applied herbicides that are effective in this manner include carbamothiolates, dinitroanilines and chloroacetamides.

Stem Absorption

Direct application of herbicides to stems of plants is not a common practice except for control of woody plants. However, a foliar-applied herbicide may come in contact with the plant stem. Generally, foliar absorption is much more important than stem absorption because of the greater surface area and more permeable cuticle of leaves.

TRANSLOCATION

In order to bring about the death of a plant, herbicides must reach their sites of toxicity within the plant following their absorption. Therefore, translocation of herbicides is of major importance in control of weeds. The movement in plants of herbicide ions and molecules (as well as other ions and molecules) from their sites of entry to other locations within the plants is called translocation. Herbicides that are translocated in plants are said to be mobile, while those that are not translocated are immobile.

Herbicides are translocated within the plants through the symplastic system and/or the apoplastic system. Some herbicides are primarily translocated in the symplastic system, others in the apoplastic system, and still other in both systems (Table 3). Herbicides move through the plant much the same as endogenous solutes. Figure 4 illustrated the movement of herbicides through the symplastic and apoplastic systems.

Table 3. Relative Mobility and Primary Pathway (s) of Herbicides

| Good Mobility | | | Limited Mobility | |
|------------------|------------|----------------|------------------|-----------|
| Apoplast | Symplast | Both | Apoplast | Symplast |
| Bentazon | Glyphosate | Amitrole | Bromoxynil | Oxadiazon |
| Carbamates | | Arsenicals | Chloroxuron | Phenoxys |
| Chloroacetamides | | Asulam | Diquat | |
| Diclobenil | | Dalapon | Ethofumesate | |
| Diphenamid | | Dicamba | Fluridone | |
| Napropamide | | Fosamine | Paraquat | |
| Norflurazon | | Imadazolinones | | |
| TCA | | Pyridines | | |
| Triazines | | Sethoxydim | | |
| Uracils | | Sulfonylureas | | |
| Urea | | | | |

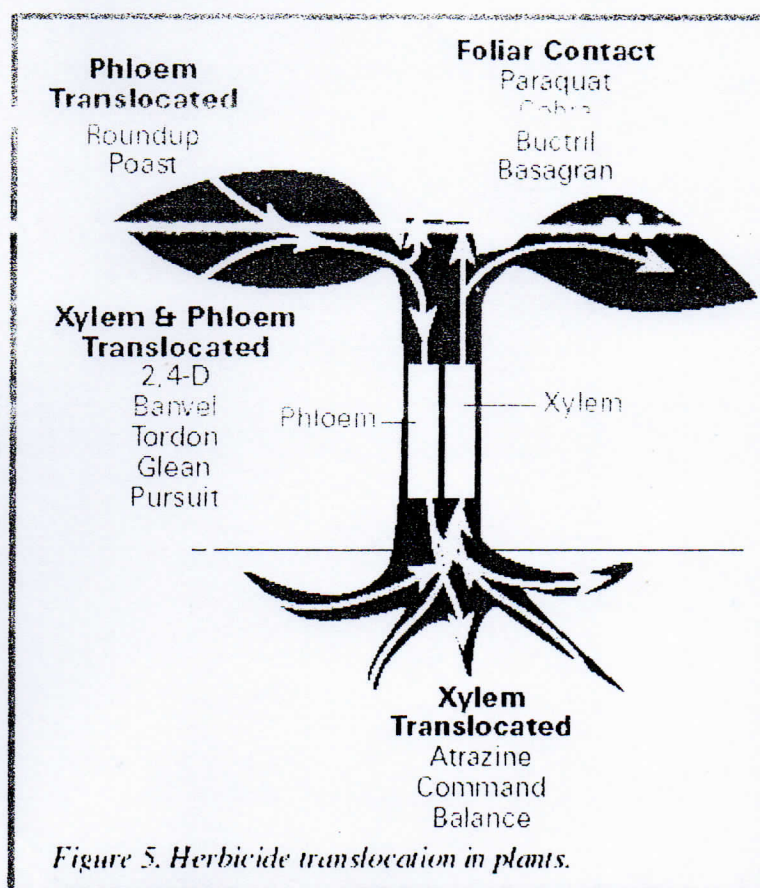


Figure 4. Herbicide translocation in plants

Symplastic Translocation

When applied to leaves, symplastic mobile herbicides follow the same pathway as sugar formed there by photosynthesis. Such herbicides move from cell to cell in the leaf via the plasmodesmata and/or via the apoplast until they enter the phloem. Then they move out of the leaf and down via the phloem, accumulating in those areas where sugar is being used for growth. Growth is most rapid in the apical growing point, expanding young leaves, rapidly elongation stems, developing fruits and seeds, and root tips. The direction of flow is governed by the location of leaves and growing points. Upward flow (acropetal) is greatest from mature leaves near the shoot apex and downward flow (basipetal) is predominant from basal leaves. Bidirectional flow occurs from intermediately located leaves.

Translocation through the phloem appears to involve a mass flow of solution. One explanation of this driving force is the difference in turgor pressure between the photosynthetic cells and the cells utilizing the products of photosynthesis, primary sugar. Photosynthetic cells (high pressure) are often called the source and using cells (low pressure) the sink. This movement is through the living plasmodesmata and phloem. Herbicides with great acute toxic properties kill these tissues and block transport of the herbicide and photosynthates in the symplastic system.

Effective use of foliar-applied herbicides to kill the underground parts of perennial weeds largely depends on the maintenance active photosynthesis and well functioning phloem cells. Translocation of the chemical to belowground parts is most effective when large amounts of photosynthates are being moved into these organs. This usually occurs after full leaf development, after sexual reproduction. An excessive rate of the herbicide may kill the phloem. Either effect will probably reduce or block translocation of the herbicide into the underground parts resulting in poor weed control. Even though the tops may die, the plants will usually reestablish it self by re-sprouting from underground buds. Such excessive rates are almost always greater than the recommended rates.

Apoplastic Translocation

Apoplastically mobile herbicides that are absorbed by roots follow the same pathway as water. They enter the xylem and are swept upward with the transpiration stream of water and soil nutrients. The driving force for this movement is the removal of water from leaves by transpiration.

The xylem, cell walls, and intercellular space are the principal components of the apoplastic system. They are considered to be nonliving when fully differentiated and functioning in the system. Therefore, even high concentrations of very phytotoxic herbicides can be absorbed from the soil and quickly translocated to all parts of the plant. Absorption and translocation may continue for some time even the herbicide has killed the root.

Interaction of Symplastic and Apoplastic Translocation

Translocation of most herbicides is not restricted to either the symplast or apoplast, but may involve both systems. However, many herbicides appear to be limited primarily to one or the other system. For example, 2,4-D is translocated mainly in the symplast whereas diuron is translocated mainly in the apoplast. Amitrole is readily translocated in both system and actually appears to circulate in the plant.

As the herbicide moves through the long-distance transport channels, xylem or phloem, some may move into adjacent cells. This may occur by simple diffusion or active uptake. The herbicide may then move from these adjacent cells into the other long-distance transport channel, xylem or phloem, and be translocated in it. Pesticides that are mobile in both the xylem and phloem have been referred to as immobile.

MOLECULAR FATE

The inherent phytotoxicity of plant-absorbed herbicides may be altered by plant processes with the result that herbicidally active chemicals are deactivated, that is, transformed to nonphytotoxic chemicals, or herbicidally inactive chemicals are activated, that is, transformed to phytotoxic chemicals. The ultimate effect of plant processes on herbicides within the plant is the degradation of the chemicals to simple by-products.

The conversion of simazine to hydroxysimazine is an example of deactivation. The conversion of 2,4-DB to 2,4-D is an example of activation. Since different species of plants have varying degrees of ability to modify the chemical structure of a herbicide, this difference often determines their tolerance to a given herbicide. Some plants can inactivate a herbicide so rapidly that they are not injured (e.g., atrazine in corn). Conversely, some plants activate a herbicide so slowly that they are not injured (e.g., 2,4-DB in alfalfa).

Many herbicides are not only degraded but many form conjugates before or after an initial modification. These conjugates are formed by a reaction between the herbicide or slightly modified herbicide and a normal plant constituent (e.g., sugar, or amino acid).

Higher plants have been shown to alter the molecular configuration of herbicides by a wide variety of chemical reactions. Most of these reactions are probably catalyzed by enzymes, however, some of these appear to be non-enzymatic. In most cases the specific enzyme or enzymes have not been isolated and characterized.

Deactivation of herbicides within plants is the result of:

1. Biochemical (enzymatically catalyzed) reactions that change the herbicide ions or molecules to nonherbicidal compounds.
2. Chemical (nonenzymatic) reactions that change the herbicides ions or molecules to nonherbicidal compounds.
3. Conjugation, whereby the herbicide ions or molecules form insoluble salts or complexes with cellular constituents and are immobilized within the cell.
4. Adsorption of herbicide ions or molecules to the walls of conducting tissue, resulting in their immobilization.

PLANT METABOLISM

Plant metabolism includes the numerous biochemical reactions that occur in the protoplasm of living plant cells. Although most of these take place in all cells (e.g., respiration), some occur only in specific cells such as photosynthesis in cells containing chlorophyll. A given herbicide may initially interfere with a single biochemical event or be relatively nonspecific and interfere with several reactions simultaneously. For example, diuron inhibits a specific step in the electron transport chain of photosynthesis, whereas dalapon is nonspecific and has multiple effects. Biochemical reactions are closely coupled and often when one reaction is altered by a herbicide others are soon affected.

Biochemical processes that may be affected by herbicides are photosynthesis, respiration, carbohydrate metabolism, lipid metabolism, protein metabolism, and nucleic acid metabolism. Certain aspects of the above processes and others that are associated with cell division and/or cell-wall biosynthesis may also be affected by herbicides. By disrupting any of these processes, herbicides may upset plant metabolism and thus injure or kill the plant.

Suggested Reading :

- Anderson, W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.
- Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc. New York.

THE MODES OF ACTION OF HERBICIDES

The mechanisms by which herbicides kill plants are called modes of action of herbicides. The absorption and translocation of herbicides in plants are referred to as the physiology of herbicidal action.

In general, a particular herbicide may interfere, to a greater extent, with more than one plant process, but the one vital, known plant process that is blocked or disrupted, resulting in death of the plant, is considered to be primary mode of action of that herbicide. Herbicides with the primary mode of action of blocking cell division are termed mitotic poisons; those that block photosynthesis are called inhibitors of photosynthesis.

On the basis on their translocability, herbicides may, in general, be categorized as (1) contact herbicides and (2) systemic herbicides. Contact herbicides cause localized injury to plant tissue in the vicinity of contact; little or no translocation occurs. Systemic herbicides commonly are translocated within the plants from their sites of entry to their sites of phytotoxicity.

Contact Herbicides

The mode of action of contact herbicides is, in general, the weakening and disorganization of cell membranes accompanied by increased membrane permeability, resulting in the loss of cellular contents by leakage. Contact herbicides kill by acute toxicity. Acute toxicity infers rapid kill, usually within minutes or a few hours after contact. In the case of some contact herbicides, such as sulfuric acid, acute toxicity may be due to chemical burning.

Little or no translocation occurs via the symplast because these herbicides kill living cells and tissues upon contact. They may, however, be transported to some extent via the transpiration stream, since this movement is through nonliving cells of the xylem-this depends, of course, on their first reaching the xylem.

Examples of contact herbicides include sulfuric acid, herbicidal petroleum oils, pentachlorophenol, dinoseb, diquat, paraquat, and cacodylic acid.

Systemic Herbicides

The mode of action of systemic herbicides is generally associated with disruption of the normal functioning of one or more physiological or metabolic plant processes. Systemic herbicides, in general, kill by chronic toxicity. Chronic toxicity infers "slow acting", with death of the plant occurring after a prolonged period of time following absorption of the herbicide by the plant.

Systemic herbicides are translocated from their sites of entry to their sites of phytotoxicity within the plant via the (1) transpiration stream or (2) photosynthate stream or both. Systemic herbicides move from living cell to living cell via plasmodesmata. They penetrate cell membranes and accumulate at their site of action in toxic amounts without disrupting the living system while in transit.

The various modes of action of systemic herbicides may be categorized as (1) physiological or (2) metabolic, depending on the primary plant process interfered with. The principal plant processes (physiological and metabolic) known to be disrupted by herbicides are discussed below and examples of herbicides that are known to interfere with a given process are noted.

PHYSIOLOGICAL PROCESSES

Physiological processes known to be adversely affected by systemic herbicides include:

1. Cell division
2. Tissue development
3. Carotenoid and chlorophyll synthesis
4. Cuticular wax formation

1. Cell Devision

Herbicides that interfere with cell division are called mitotic poisons. Such herbicides interrupt the normal process of cell division (mitosis) by (1) inhibiting the continuance of the normal process at a particular stage, such as between metaphase and anaphase, or (2) preventing the formation of the cell wall, which normally forms after the telophase stage and separates the two daughter cells, resulting in abnormal, multi nucleate cells. The principal stages of mitosis are illustrated in Figure 5.

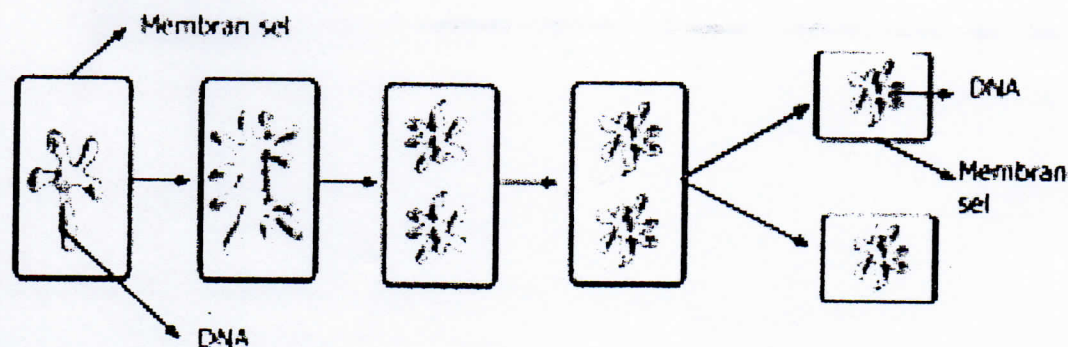


Figure 5. Diagram of cell division by mitosis.

Examples of herbicides known to interfere with cell division include dichlobenil, substituted 2,6-dinitroaniline herbicides (e.g. benefin, pendimethalin, and trifluralin, and substituted phenylcarbamate herbicides (e.g., barban, propham, and chlorpropham).

2. Tissue Development

The growth of a plant is a composite of the growth of its individual cells tissues, and organs. Plants tissues are composed of groupings of cells that develop through cell division, enlargement, and differentiation-regulated by specific substances in the plant. The vascular system (xylem and phloem) is an example of plant tissue.

Herbicides that induce abnormal tissue development, such as leaf epinasty and malformation and cell proliferation, in plants are, in general, hormone-type herbicides. These abnormalities may interfere with the normal distribution of metabolites and nutrients within the plant.

Examples of herbicides that interfere with tissue development include picloram and triclopyr, the substituted phenoxy herbicides (e.g., 2,4-D; 2,4,5-T; MCPA, mecoprop, and silvex), and the substituted benzoic acid herbicides dicamba and 2,3,6-TBA.

3. Carotenoid and Chlorophyll Synthesis

Carotenoids and chlorophyll are plant pigments, both located in chloroplast. Certain herbicides inhibit carotenoid synthesis, resulting in the photo destruction of chlorophyll pigments, chloroplasts, ribosomes, and thylakoids (membranous structures in the chloroplast), with the overall effect of preventing photosynthesis. The resulting, visible effect of treated plants from such herbicides, the chlorotic (white) appearance of normally green tissue. The primary mode of action of these herbicides would be inhibition of carotenoid synthesis; however, they may also be grouped as inhibitors of photosynthesis, owing to the subsequent photo destruction of chlorophyll.

Examples of herbicides known to interfere with carotenoid or chlorophyll formation or both include amitrole, fluridone, and norflurazon.

4. Cuticular Wax Formation

The cuticle, a waxlike layer of cutin covering the surfaces of leaves, serves to greatly retard water loss from the leaves. Leaf surfaces with heavy, waxy coating are more difficult to wet with sprays of applied herbicides than are leaves devoid of such coating, and a thick waxy coating may inhibit herbicide penetration more effectively than a thin waxy coating. Certain herbicides interfere with cuticular wax formation and, although this may not be a primary mode of action in itself, such action may contribute to the phytotoxicity of subsequently applied herbicides-possibly enhancing their absorption and penetration into the pretreated foliage.

Examples of herbicides known to adversely affect cuticular wax formation include EPTC and dalapon.

METABOLISM

Metabolism encompasses all of the many biochemical reactions occurring in a plant (or other living organism). These reactions are regulated (catalyzed) by enzymes within the living organism. Biochemical reactions may be grouped as (1) anabolism, and (2) catabolism.

Anabolism encompasses all biochemical reactions resulting in the syntheses (buildup) of more complex compounds from less complex compounds. Anabolic reactions require (absorb) energy, and such reactions are termed endergonic reactions.

Catabolism encompasses all biochemical reactions resulting in the degradation (breakdown) of more complex compounds to less complex compounds. Catabolic reactions are characterized by the release of energy, and such reactions are termed exergonic reactions.

Metabolic Processes Affected By Herbicides

The phytotoxic action of herbicides, in general, is not one of interfering with metabolism per se but, rather, of blocking or disrupting one or more of the metabolic processes or reactions. Metabolic processes known to be disrupted by herbicides are:

1. Photosynthesis
2. Respiration
3. Nitrogen syntheses
4. Enzyme activity

1. *Herbicides that Interfere with Photosynthesis*

Herbicides that kill plants by disrupting photosynthesis do so primarily by (1) inhibiting carotenoid or chlorophyll formation or both, or (2) interfering with electron transfer in photosystem II, probably by blocking the "Hill reaction". An exception to this is the action of the bipyridylum herbicides (diquat and paraquat), which do not interfere with photosystem II, but which do interfere with electron transfer chain by capturing electrons from photosystem I and generating phytotoxic hydrogen peroxide in the process.

The principal herbicides known to inhibit carotenoid or chlorophyll synthesis, and thus photosynthesis, as noted earlier include amitrole, fluridone, and norflurazon.

Herbicides that inhibit photosynthesis by disrupting electron transfer in photosystem II include bromoxynil, buthidazol, fluridone, ioxynil, metribuzin, propanil, pyrazon, and the N-phnlylcarbamates, the diphenyl ethers, the phenylureas, the diamino-s-triazines, and the uracils.

No commercial herbicides are known to act primarily as uncouplers or inhibitors of photophosphorylation, or to interfere with the final phase of photosynthesis, the Calvin-cycle. Figure 6 shows non-cyclic photosynthesis process.

2. Herbicides that Interfere with Respiration

Respiration, a catabolic process, is the, most important energy-releasing process in plants and animals. Most herbicides known to interfere with respiration do so within the mitochondria- the site of the Krebs cycle, electron transport chain, and oxidative phosphorylation. Such herbicides act primarily as inhibitors or uncouplers of oxidative phosphorylation or the electron transport chain, an interference that appear similar to the action of herbicides disrupting photophosphorylation and the electron transport chain of the light-dependent phase of photosynthesis. Glycolysis does not appear to be an important site of action by herbicides, although 2,4-D and dalapon have been reported to phase of respiration to a greater or lesser extent, but such interference by any given herbicide may or may not be significant with regard to its actual phytotoxicity.

Examples of herbicides that are known to interfere with oxidative phosphorylation or its electro transport chain or both include asulam, N-phenylcarbamates (e.g., barban, chloropropham, prophan), benzoic acids, benzonitriles, dinoseb, dinitroanilines, diamino-s-triazines, phenylureas (except siduron), and sodium arsenite.

Pyriclor inhibits both coupled and uncoupled reactions, acting either on a nonphosphorylating intermediate close to the electron transport chain or with a component (electron transfer) of this chain, or both. Figure 6 shows non-cyclic photosynthesis process.

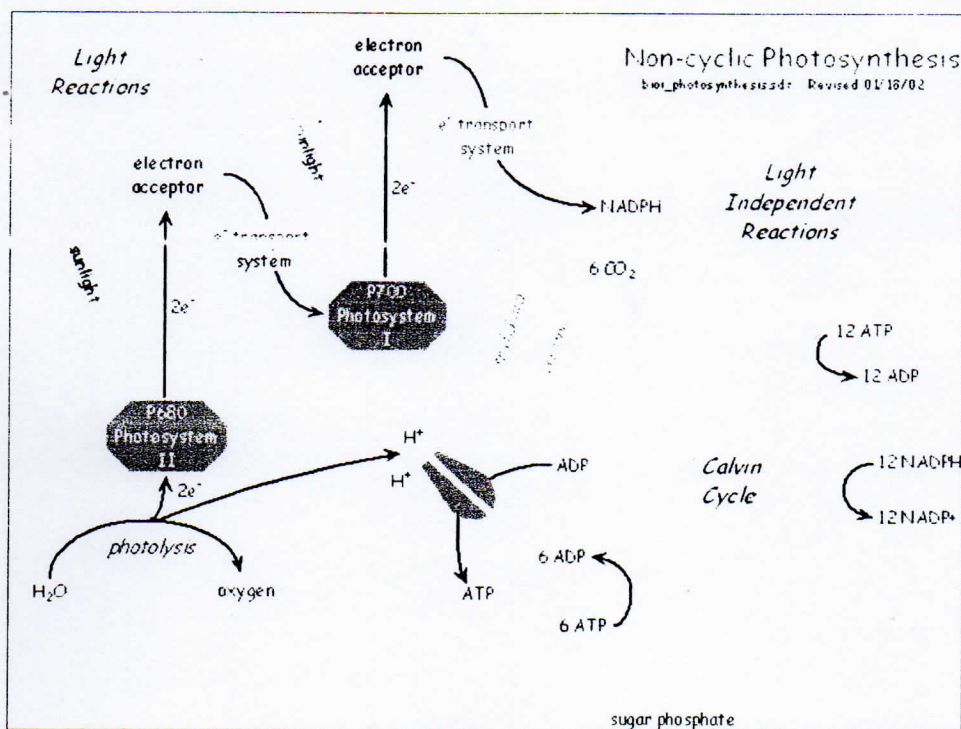


Figure 6. Non-cyclic Photosynthesis

3. Herbicides that Interfere with Nitrogen Metabolism

Nitrogen metabolism encompasses the synthesis of amino acids, nucleic acids and protein. Herbicides that affect nitrogen metabolism in plants do so primarily by the regulation of nucleic acid (DNA and RNA) synthesis via stimulation or inhibition of the activity of the enzymes DNase and RNase. In addition, the effect of such herbicides may result in an increase in the protein and amino acid content of the plant. Such an increase is most apparent in stems, or stems and roots, with a marked decrease in the leaves.

The increase in protein and amino acid content in stems is apparently due to the movement of nitrogenous material from the leaves and roots into the stems; it is apparently achieved at the expense of carbohydrates. The effect of a herbicide on nitrogen metabolism appears to be species specific, and such effects are governed by the characteristics of the herbicide, the maturity of the plant, and the concentration and exposure time of the herbicide at the site(s) of action. The stimulatory and inhibitory effects of herbicides on nucleic acid, protein, and amino acid syntheses preclude normal cell development.

Herbicides known to influence nitrogen metabolism include 2,4-D amitrole, dicamba, picloram, dalapon, s-triazines, and substituted ureas.

4. Herbicides that Interfere with Enzyme Activity

Enzymes are protein but all proteins are not enzymes. Enzyme molecules are considerably larger than those of their substrates (substance upon which they act). It is known that herbicides may alter enzyme activity directly and indirectly.

Herbicides that alter enzyme activity directly do so by:

1. Interfering with normal processes within the nucleus of the cell, resulting in a change in the enzyme's molecular structure.
2. Competing with enzyme for active sites of the substrate.
3. Impeding or stimulating enzyme activity by forming complexes with the enzyme or its substrate.
4. Competing with the non-protein cofactor of the enzyme for the protein portion of the enzyme.
5. Changing the state of the cofactor portion of the enzyme, thereby preventing its active association with the protein portion of the enzyme.

Herbicides that alter enzyme activity indirectly do so by:

1. Interfering with the production of energy-rich ATP, thereby adversely affecting the supply of energy into "drive" endergonic (energy absorbing) reactions.
2. Adversely affecting the supply of material for coenzyme and prosthetic group formation.
3. Adversely affecting the conditions under which the enzymatic reactions progress.
4. Herbicides known to influence enzyme activity include 2,4-D and other chlorophenoxy herbicides, dalapon, dichlobenil, endothall, alachlor, bromoxynil, chlorpropham, and propachlor.

Dalapon was thought to interfere with the biosynthesis of coenzyme A, an intermediary in the conversion of pyruvic acid to acetyl-coenzyme A prior to its reaction with oxaloacetic acid of the Krebs cycle. Apparently, dalapon inhibits pantothenic acid synthesis by competing successfully with pantoate for one of the two sites on the enzyme involved in pantothenic acid synthesis, thereby impairing the supply of functional coenzyme A. Beta-alanine is attached to the other site on this enzyme. It appears that dalapon does not interfere with respiration per se (i.e., the production of energy), but with the utilization of energy derived from respiration.

Suggested Reading :

Anderson, W.P. 1983. *Weed Science: Principles*. 2nd ed. West Publishing Company, New York.

Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. *Weed Science: Principles and Practices*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

HERBICIDES – PLANTS SELECTIVITY

The practical use of herbicides in agriculture is based on their general ability to kill some kinds of plants (weeds) without injury to other kinds (crops). This phenomenon is called selectivity. For s to be effective, target plants (weeds) treated with chemicals must react to the applied chemical. The degree to which they react is a measure of their susceptibility to the herbicides. An understanding of the factors governing the susceptibility of plants to herbicides and the selectivity of herbicides for certain plants is essential to understanding the effective use of herbicides agriculture.

SUSCEPTIBILITY

The degree to which a plant is capable of responding to an applied herbicide is a measure of its susceptibility to the applied chemical, under the conditions involved. Susceptibility is a positive response to the presence of the herbicide, resulting in some growth process being altered. The degree of susceptibility may range from an imperceptible response, to a marked growth abnormality, or to death of the plant. Tolerance is a negative response, that is, the degree to which the plant fails to respond to the presence of the herbicide

Plant species commonly differ in their susceptibility to herbicides in general, as well as to a given herbicide. The susceptibility of plants to herbicides is influenced by:

1. Stage of plant growth when treated.
2. Herbicide concentration absorbed by the plant.
3. Inherent physiological and morphological plant characteristics.
4. Inherent toxicity of the herbicide.
5. Environmental factors, such as light, moisture, temperature, and, with soil-applied herbicides, soil characteristics.

Seedling and young plants are more susceptible than older plants to applied herbicides, especially to herbicides of the contact type. However, some older, established plants may be very susceptible to certain herbicides, as is demonstrated in the control of perennial plants. The stage of growth in which plants are most susceptible to applied herbicides are (1) when rapid growth is taking place and (2) when a period of rapid growth has ended and food reserves are temporarily depleted or exhausted. As a rule, dormant and non-germinated seeds are not affected adversely by herbicides; however, there are exceptions, for example, the failure of onion seeds to germinate following the uptake of chlorpropham (CIPC) and the death of seeds in soils treated with the fumigant methyl bromide.

To be effective, a chemical that is used as a herbicide must possess herbicidal properties, and these properties are determined by its *molecular composition* and *configuration*. A herbicide must be able to gain entry into the plant and, once inside, be transported within the plant to its site(s) of activity in concentrations great enough to induce the desired response. The absorption and translocation of herbicides in plants are influenced strongly by the morphological and physiological makeup of the plant, as well as by inherent properties of the herbicide themselves.

Plants growing in subdued light are generally more susceptible to foliar-applied herbicides than are plants growing under high light intensity, apparently owing the formation of a thinner, more permeable, cuticle under low light intensity. Water stressed plants are less susceptible to foliar-applied herbicides than are plants not under water stress, and this apparently is due to a less expanded, and therefore less permeable, cuticle. In general, plants are less susceptible to herbicides applied when temperatures are above or below those favoring growth. Soil characteristics primarily influence the availability of soil-applied herbicides for plant absorption, rather than influencing the susceptibility of the plants themselves to the applied herbicides.

Annual plants are generally most susceptible in their seedling stage and during periods of vigorous growth to applied herbicides; they are least susceptible after seed set. Herbicides applied to annuals in their bud to early-bloom stage may prevent seed formation, even though the plants are not killed. In the event that seeds do form, the herbicides may accumulate in the seed, adversely affecting subsequent seed germination and seedling growth.

Perennial plants are, in general, also most susceptible to herbicides during their seedling stage, prior to establishment. However, older, established perennial plants are most susceptible to foliar-applied herbicides when vigorous growth is not taking place.

SELECTIVITY

Herbicides are chemicals that kill plants; but if they killed all plants, they would be of very limited value to agriculture. Thus, it is the ability of herbicides to kill certain plants without appreciable harm to others that makes them useful, and this characteristic is called *selectivity*.

In general, selectivity is an expression of differences in the response of plant species to applied herbicides. Selectivity achieved in this manner may be termed *true selectivity*. True selectivity involves differences in the response of (1) a given plant species to different herbicides and (2) plant species, in general, to a given herbicide. Selectivity also may occur by utilizing herbicides in such a way as to avoid or minimize contact between the applied herbicides and the desired (crop) plants. Selectivity achieved in this manner may be just as effective as that obtained through true selectivity; but in this case, there is no plant-herbicide interaction. This type of selectivity is often called *placement selectivity*.

Selectivity is basic to the use of herbicides in crop production. Through the judicious selection and application of herbicides, it is possible to selectively control:

1. *Grass weeds in grass crops*, for example, barnyardgrass in rice fields with propanil, or wild oat in field of wheat or barley with triallate.
2. *Grass weed in broadleaved crops*, for example, crabgrass in cotton crop with trifluralin.
3. *Broadleaved weeds in broadleaved crops*, for example, chickweed in alfalfa with chlorpropham or purslane in pepper with DCPA.
4. *Broadleaved weeds in grass crops*, for example, cocklebur in sorghum with dicamba.
5. *Grass and broadleaved weeds in grass or broadleaved crops*, for example, control of many annual grass and broadleaved weed species in corn crop with atrazine or in cotton with diuron.

Selectivity is dependent on many interrelated factors- it is relative, rather than an absolute characteristic. It is influenced by environmental factors and by the kind and amount of herbicides applied, as well as when and how it is applied. Even the most tolerant plant species will succumb if the applied herbicide dosage is great enough. Varieties or ecotypes of a plant species may respond differently to application of a given herbicide. Selectivity may be lost through mistake made by the applicator of herbicides, for example, improper application or using the wrong herbicides.

Suggested Reading :

Anderson, W.P. 1983. Weed Science: Principles. 2nd ed. West Publishing Company, New York.

Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science: Principles and Practices. John Wiley and Sons, Inc. New York.

PENGELOLAAN BUNGA PERKEBUNAN

Perusahaan perkebunan besar swasta (PBS), PT. Permata Hijau, mengembangkan tanaman kelapa sawit di Provinsi Bengkulu. Luas lahan yang dikuasai berstatus Hak Guna Usaha (HGU) seluas 10.000 ha, 60% dari total luas areal yang dikuasai telah ditanami. Tanaman yang telah menghasilkan (TM) kurang lebih 50% dari luas kebun yang sudah ditanami, dan sisanya tanaman belum menghasilkan (TBM). Umur tanaman TBM bervariasi, yakni berumur antara 1,5 tahun dan 3,5 tahun.

Pada musim penghujan tahun depan, manajemen perusahaan merencanakan penanaman kurang lebih 20% dari sisa lahan yang belum ditanami. Sesuai dengan ketentuan yang ada metode pembukaan lahan yang akan diterapkan adalah pembukaan lahan dengan tanpa pembakaran (*zero burning*). Lahan yang rencananya akan dibuka untuk ditanami berupa hutan primer. Sebagian besar pohon yang ada memenuhi kriteria tebang dan tergolong kayu berkelas.

Berdasarkan pengalaman lahan yang dalam kondisi terbuka cepat sekali berkembang gulma. Oleh sebab itu perusahaan telah menyiapkan benih tanaman penutup tanah untuk mengantisipasi ledakan gulma. Seperti telah diketahui bahwa sejak tanam hingga sebelum kanopi tanaman nantinya saling bertaut lahan masih terbuka, tetapi setelah tajuk tanaman saling bertaut permukaan tanah akan tertutup kanopi 100%. Dengan demikian permasalahan gulma khususnya pada tanaman tahunan adalah pada saat lahan mulai dibuka sampai tanaman mulai menghasilkan.

Bahan Diskusi:

1. Perusahaan besar dengan modal sangat kuat (cukup), seperti PT Permata Hijau, ternyata melakukan penanaman secara bertahap dari HGU seluas 10.000 ha. Apakah yang menjadi permasalahan untuk merealisasikan penanaman sekaligus pada areal yang sangat luas?
2. Menurut Saudara apasajakah dampak pembukaan lahan dengan cara pembakaran? Apakah sepatutnya PT Permata Hijau mendapat penghargaan karena menerapkan budidaya secara ramah lingkungan?
3. Urutan langkah apasajakah yang dikerjakan dalam pembukaan lahan dengan tanpa pembakaran?
4. Menurut Saudara legalkah apabila PT Permata Hijau memanfaatkan kayu berkelas untuk tujuan ekonomis, dijual? Bagaimana kalau pemanfaatannya tidak untuk dijual?
5. Apa yang dimaksud dengan tanaman penutup tanah, dan apakah hubungannya dengan gulma?
6. Kapan dan bagaimana pihak manajemen perusahaan melaksanakan pengendalian gulma baik pada tanaman TBM maupun TM.

AQUATIC WEED GULMA AIR

Bahan Untuk Diskusi:

1. Berikan contoh tempat atau kawasan perairan,
2. Berikan contoh gulma air (gulma yang tumbuh di perairan)
3. Penggolongan gulma air (masing-masing sebutkan contohnya)
 - mengapung,
 - melayang,
 - di dasar
4. Gangguan / kerugian apa saja yang ditimbulkan oleh gulma air,
5. Upaya apa saja yang perlu dilakukan untuk mencegah penyebaran dan perkembangan gulma air,
6. Tindakan apa saja yang perlu dilakukan untuk mengendalikan gulma air (ekologis, sosial ekonomis, dan teknis)
7. Apakah ada manfaat gulma air

PENGELOLAAN GULMA TANAMAN PANGAN DAN SAYURAN

Kelompok Tani Subur Makmur Desa Harapan Sugih mengadakan studi banding ke Desa Kayo di kawasan dataran tinggi Provinsi Sumatera Barat. Petani di Desa Kayo mengelola pertanian secara efisien berorientasi bisnis. Hasil utama pertanian di Desa Kayo adalah sayuran dataran tinggi. Pola tanam padi – sayuran – sayuran atau palawija - sayuran – sayuran. Tanaman padi sawah atau palawija ditanam setelah beberapa kali lahan ditanami sayuran. Peran utama tanaman padi sawah atau palawija untuk memutus siklus *pest* termasuk gulma pada sayuran dan menetralkan sifat kimia tanah.

Di Desa Kayo, Kelompok Tani Subur Makmur dapat menyaksikan pertanaman cabai dan tomat yang menggunakan mulsa perak. Pada pertanaman bawang putih dan kubis ada yang digunakan mulsa jerami. Pada pertanaman bawang putih dan kubis yang tidak digunakan mulsa jerami gulma dikendalikan dengan herbisida.

Pada saat kunjungan Kelompok Tani Subur Makmur, kebetulan ada petani yang sedang mempersiapkan lahan untuk tanaman jagung yang rencananya untuk dipanen muda *baby corn*. Lahan yang dipersiapkan untuk tanaman jagung bekas tanaman cabai, disemprot dengan herbisida kontak setelah tanaman cabai dianggap sudah tidak produktif lagi. Dijelaskan oleh petani Desa Kayo kepada tamunya, bahwa ia menerapkan sistem budidaya TOT (Tanpa Olah Tanah) dengan aplikasi herbisida kontak. Rencananya setelah rumput dan batang cabai mulai menguning lahan langsung ditanami benih jagung dengan sistem tugal.

Kelompok Tani Subur Makmur juga berkesempatan menyaksikan persiapan penanaman jagung manis, berbeda dengan persiapan penanaman jagung untuk sayur (*baby corn*) petani menerapkan sistem OTS (Olah Tanah Sempurna). Setelah tanah di olah, kemudian benih ditanam dengan cara ditugal. Setelah selesai penanaman benih jagung, lahan disemprot herbisida pre emergence.

Tugas:

Sebagai pemandu studi banding Kelompok Tani Subur Makmur, Saudara dapat menjelaskan pertanyaan petani peserta studi banding.

1. Apa yang dimaksud dengan pertanian berorientasi pada bisnis atau konsep agribisnis yang diterapkan petani di Desa Kayo?
2. Apa penjelasan hubungan mulsa (organik atau nonorganik) dengan gulma?
3. Pada kasus petani Desa Kayo menanam jagung dengan sistem TOT digunakan herbisida kontak. Apa yang menjadi alasan petani menggunakan herbisida kontak?
4. Pada kasus petani menanam jagung manis dengan sistem OTS, digunakan herbisida pre emergence. Jenis herbisida yang digunakan tersebut tentunya memiliki sifat-sifat tertentu. Apa saja sifat-sifat tersebut dan apa dasar pertimbangannya?

LAMPIRAN 4. SOAL SIMULASI

Petani di Indonesia menyebut gulma dengan istilah

Sebutkan 4 macam relung gulma menurut Soerjani !

Orang Inggris menyebut gulma dengan istilah

Pengertian gulma di negara barat dan Indonesia berbeda karena definisi gulma bersifat

Menurut Numata, gulma hanya bisa ditemukan pada habitat.....

Sebutkan kerugian gulma secara langsung pada tanaman padi !

Kedelai yang tumbuh disela-sela ladang jagung disebut gulma. Siapa yang mengeluarkan pernyataan tersebut ?

Sebutkan kerugian yang ditimbulkan oleh *Hydrilla verticillata* di sungai Kapuas !

Sebutkan satu spesies gulma yang mempunyai prospek sebagai pupuk organik !

Selain *Limnocharis flava* gulma apa yang hidupnya emergent !

apa manfaat dari ilalang jika ditinjau dari bidang konsevasi tanah?

***Lantana camara*, *Gleychenia linearis* sering ditemukan pada komoditi**

Siklus hidup dari *Cirsium vulgare* adalah

Akar serabut, bentuk daun garis, tidak mempunyai ligula, bunga majemuk bentuk payung adalah ciri dari gulma

Gulma tahunan yang berkembang biak dengan biji disebut

Sebutkan satu spesies gulma daun lebar yang mempunyai batang bentuk segi empat !

**Kematian biji gulma bisa disebabkan
adangan makanan rusak. Cadangan
makanan bisa rusak karena
peristiwa**

**Faktor biotik yang mempengaruhi
pertumbuhan gulma dimusim
penghujan**

**Penyebaran biji *Echinochloa crusgalli*
dibantu oleh**

**Sebutkan faktor klimatik yang paling
berpengaruh terhadap pertumbuhan
gulma dimusim penghujan !**

**Sebutkan komponen penyusun
ekosistem pertanian !**

Sebutkan 2 ciri spesies kompetitif !

**Apa peran manusia dalam suatu
ekosistem pertanian ?**

**Mengapa pada tanaman yang sama
ditumbuhi oleh spesies gulma berbeda
mempunyai periode kritis berbeda ?**

Periode kritis tanaman pada umumnya berkisar antara $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ umur tanaman. Apa yang dimaksud dengan periode kritis ?

Sebutkan 2 ciri gulma !

Kompetisi yang terjadi antara tanaman budidaya dengan gulma disebut

***Echinochloa crusgalli* banyak kita jumpai di sawah yang dipupuk N tinggi karena gulma tersebut terhadap pemupukan N**

Persaingan antara gulma dengan tanaman budidaya diperparah dengan adanya senyawa racun yang dikeluarkan oleh gulma. Senyawa racun tersebut kebanyakan dari golongan apa ?

Sebutkan 1 spesies gulma yang bisa menyediakan makanan bagi kumbang !

Untuk membentuk 1 kg biomasa jagung dibutuhkan 50 l air. Untuk membentuk 1 kg ilalang dibutuhkan l air

***Lantana acuelata* adalah inang sementara dari jamur upas pada tanaman**

Parasitoid penggerek batang padi putih banyak kita temukan pada gulma

Selain *Eleocharis dulcis* gulma apa yang dipakai oleh penggerek batang padi untuk meletakkan telurnya.

Cyperus difformis merupakan inang dari *Cyrtorhinus lividipennis* yang berperan sebagai wereng

Sebutkan salah satu parasitoid penggerek batang padi yang senang tinggal di *Eleocharis dulcis* !

Gulma merupakan inang spesifik dari nematode *Meloidogyna* sp.

Interaksi biologi yang terjadi antara *Wedelia trilobata* dengan *Cuscuta* sp. disebut

Cynodon dactylon adalah inang dari yang biasa menyerang familia *Solanaceae*

Kehadiran gulma pada tanaman stroberi akan berpengaruh terhadap hasil

Variabel luas daun, kemiringan daun, susunan daun perlu kita amati kalau ingin mengetahui kompetisi terhadap

Derajat kompetisi antara gulma dan tanaman bisa dimodifikasi oleh

Agar supaya tanaman menang berkompetisi di atas tanah maka tanaman tersebut harus mempunyai lebih tinggi.

Hubungan antara kepadatan gulma dan hasil perpetak biasanya berbentuk grafik

Variabel akar dipakai untuk mengetahui kompetisi di bawah tanah, misalnya

Penyebaran *Andropogon asciculatos* dibantu oleh

Sebutkan 2 faktor dari gulma yang bisa mempengaruhi derajat kompetisi antara tanaman dan gulma !

Persamaan $Y = \pm ax + b$ diperoleh karena ada hubungan antara hasil tanaman dengan gulma.

Sebutkan 3 proses secara umum yang menentukan nasib herbisida dalam tanah

1

Apakah yang dimaksud dengan adsorpsi?

2

Apakah, secara umum, herbisida dijerab lebih kuat pada tanah yang kering dibandingkan tanah yang lembab?

3

Apakah, secara umum, herbisida dijerab lebih kuat pada tanah lempung dibandingkan humus?

4

Apakah, secara umum, herbisida dijerab lebih kuat pada tanah basa dibandingkan tanah asam?

5

Apa pengaruh molekul air dalam proses adsorpsi herbisida pada tanah?

6

Manakin tinggi kandungan bahan organik tanah maka semakin tinggi dosis herbisida yang harus kita aplikasikan. Benarkah pernyataan ini?

7

Sebutkan 3 reaksi kimia yang terjadi dalam tanah

8

Apa akibatnya jika herbisida yang aplikasikan digunakan oleh mikroorganisme tanah?

9

Apa yang dimaksud dengan pencucian (*leaching*)?

10

Jika terjadi proses pencucian, apakah ini menguntungkan atau merugikan bagi kita?

11

Bagaimana tingkat adsorpsi herbisida oleh partikel tanah dapat mempengaruhi proses pencucian?

13

Bagaimana pH dan jenis koloid tanah (organik/anorganik) dapat mempengaruhi proses pencucian?

15

Apa yang dimaksud dengan residu herbisida dalam tanah?

17

Sebutkan 3 jenis kontak antara herbisida dengan gulma?

19

Bagaimana tekstur tanah dapat mempengaruhi proses pencucian?

12

Bagaimana tingkat kelarutan herbisida dalam air dapat mempengaruhi proses pencucian?

14

Apa yang dimaksud dengan persistensi herbisida dalam tanah?

16

Apa yang terjadi jika herbisida glifosat (persistensinya 1 bulan atau kurang) digunakan untuk mengendalikan tanaman tahunan?

18

Apa kelebihan aplikasi herbisida melalui tanah dibandingkan melalui tajuk?

20

Jelaskan yang dimaksud dengan translokasi herbisida melalui jalur interseluler

21

Jelaskan yang dimaksud dengan translokasi herbisida melalui jalur intraseluler

22

Apa yang dimaksud dengan apoplas!

23

Apa yang dimaksud dengan simplast!

24

Sebutkan 4 jenis translokasi yang dimasukkan dalam translokasi jarak dekat

25

Sebutkan 2 jenis translokasi yang dimasukkan dalam translokasi jarak jauh

26

Apa yang dimaksud dengan herbisida kontak?

27

Apa yang dimaksud dengan herbisida sistemik?

28

Sebutkan empat proses fisiologis yang terganggu oleh tanaman

29

Bagaimana cara kerja herbisida dalam mengganggu pembelahan sel?

30

apa yang terjadi jika perkembangan jaringan terganggu oleh molekul herbisida?

31

apa yang terjadi jika proses fotosintesis terganggu oleh herbisida?

33

apa yang dimaksud dengan herbisida selektif?

35

Mengapa proses adsorpsi herbisida dalam tanah merupakan proses yang sangat penting?

37

Sebutkan 2 produk akhir dari dekomposisi herbisida yang merupakan bahan yang sudah tidak aktif lagi

39

Jelaskan apa yang terjadi jika pembentukan pigmen terganggu oleh molekul herbisida

32

Apa yang dimaksud dengan deaktivasi herbisida?

34

Samakah dosis herbisida yang kita berikan pada tanah berpasir dengan tanah berlempung?

36

Apa yang dimaksud dengan 'lag phase' dalam proses dekomposisi mikroorganisme?

38

Sebutkan 4 langkah yang harus dilalui herbisida jika diaplikasikan melalui daun

40

Lampiran 5. Scenario Role Play pengendalian gulma secara kultur teknis

■ Narasi

kejadian ini berawal dari tiga petani yang mengalami kegagalan panen dalam membudidayakan tanaman cabe. Permasalahn ini disebabkan karena adanya gangguan dari gulma yang tumbuh di dalam pertanaman cabai. Ketiga petani tersebut berusaha memecahkan masalah ini dengan caranya masing-masing dan tentunya hasil yang diperoleh berbeda-beda.

■ Tokoh

Donly Avrin Tagatop : PPL
Mita Sepriani : petani 1
Rezi Karisma : petani 2
Tici Sarma Wulandari : pedagang cabai
Weni Tiasnivuri : petani 3

■ Stage 1

petani 1 : Cabai Bu! (menawarkan cabai dagangan pada seorang pedagang cabai)
pedagang : (menghampiri sambil mengamati cabai) Berapa satu kilonya?
petani 1 : Satu kilonya Rp20.000, mau berapa kilo Bu?
Pedagang : Wah kok mahal sekali! cabainya saja kecil-kecil begini, bisa tekor saya kalo saya jualan cabai kayak begini.
petani 1 : Memang segitu kok harganya Bu, saya hanya dapat untung sedikit. Modal tanamnya banyak Bu.
Pedagang : Kalo harganya Rp15.000 per kilo saya ambil semua, mau tidak?
petani 1 : Bagaimana kalau Rp19.000 ? karena harganya segitu saya belum balik modal
pedagang : Saya hanya bisa memberi harga Rp15.000 untuk cabai seperti itu
petani 1 : Baiklah Bu daripada tidak laku
pedagang : Oke deh nih uangnya

■ Stage 2

Petani 1 pulang ke desa dengan wajah yang lesu karena uang yang diperoleh tidak sesuai harapan. Di jalan ia bertemu dengan dua orang temannya sesama petani.
Petani 2 : Hai Mira dari mana? Kok kamu kelihatan lesu begitu?
Petani 3 : Iya, kok kayak sakit begitu?
Petani 1 : Oh kalian, aku gak sakit kok, aku hanya kecewa karena hasil cabaiku tidak balik modal, aku tekor. Karena cabaiku hanya dihargai Rp15.000 per kilo
Petani 2 : Eh kamu masih enak, cabai kami berdua hanya dihargai Rp10.000 per kilo. Lebih tekor kami. Sudah cabainya sedikit kecil-kecil lagi padahal biaya tanamnya besar
Petani 1 : Ah sialan, ini pasti gara-gara rumput. Karena sejak awal tanam banyak sekali gulma yang tumbuh. Mau nyemprot tidak ada uang. Jadi terpaksa deh ngarit sendiri, tetapi tetap saja rumput sialan itu tumbuh. Mana tanamanku banyak yang rusak kena arit!
Petani 2 : Ya sama saja dengan aku
Petani 3 : Kalo menurutku sih rumput itu tumbuh karena kita kurang bagus mengolah tanahnya. Jadi untuk selanjutnya aku akan mengolah tanah lebih sempurna lagi agar cabai ku aman dari rumput.
Petani 2 : Oh gitu ya, aku sih ada tapi masih rahasia, kalo kamu bagaimana mit?
Petani 1 : (tidak menjawab hanya geleng-geleng)

Petani 3 : Eh sudah sore, kayaknya kita harus segera pulang.
Petani 2 : Ayo !

✚ Stage 3 (di desa)

Bulan berikutnya petani tersebut kembali menanam ladang mereka dengan cabai dan ternyata mereka sudah menemukan cara mereka sendiri. Untuk mengendalikan gulma Petani 1 memasang mulsa plastik hitam perak, Petani 2 menggunakan mulsa jerami dan Petani 3 tidak menggunakan mulsa

Petani 1 : Halo teman, bagaimana dengan tanaman kalian sekarang? Kalau aku besok baru mindahin bibit ke kebun.
Petani 2 : Lho kok lama sekali memindahkannya? Aku baru saja kemarin mindahinnya, sekaligus memasang mulsa jerami.
Petani 3 : Kalian itu sama saja, sama-sama lambat. Kalau aku sudah lama menanamnya, sudah seminggu yang lalu. Memangnya ada apa?
Petani 1 : Begini, aku kemarin masih nunggu temanku dari kota beliin penutup tanah dari plastik yang warnanya hitam perak. Penutup tanah cabai kita jadi bagus.
Petani 2 : Emangnya bisa kayak gitu? Kamu itu terlalu boros kok pake beli-beli plastik segala man, dari kota lagi. Harganya pasti mahal, nambah-nambah biaya aja.
Petani 1 : Ya namanya juga mencoba. Apa salahnya sih?
Petani 2 : Iya mencoba itu boleh, tapi harus dengan pertimbangan, murah meriah kayak aku, cukup pakai jerami.
Petani 3 : Ah kalian itu sama saja, terlalu banyak cara. Ada yang mudah kok pilih yang repot. Lihat aku, gak perlu pake penutup tanah segala. Yang penting hasilnya bro.
Petani 2 : Akan kita lihat nanti, panen siapa yang paling bagus.
Petani 1 : (Ianya tersenyum simpul) Oh ngomong-ngomong kalian mau kemana? Kalau aku mau kepasar beli pupuk.
Petani 2 : Oh sama kok, kami juga mau kepasar. Ayo..

✚ Stage 4 (di kebun)

Petani 1 : Wah ternyata benar, tanamanku tumbuh bagus. Mana rumputnya tidak ada yang tumbuh.

Disisi lain

Petani 2 : Kayaknya panenku sukses kali ini. Aku penasaran bagaimana dengan panen Mita dan Weni.

Akhirnya musim panen tiba. Ketiga petani tersebut melakukan pemanenan dan menjual hasilnya pada pedagang cabai.

Petani 1 : Bu begini, kemarin saya baru panen cabai. Kalau Ibu mau beli silahkan saja langsung kerumah.
Petani 2 : Iya, apalagi cabai saya. Ibu tidak akan nyesa belinya.
Pedagang : Ok kalau begitu. Nanti siang saya kesana.

✚ Stage 5

Pedagang : Mana cabainya Bu?
Petani 1 : Oh ini Bu, silahkan saja lihat
Pedagang : Wah kalau begini sih cabainya aku berani bayar mahal. Berapa sekilonya Bu?
Petani 1 : Perkilonya Rp25.000 Bu
Pedagang : Ok saya beli semua. Ada berapa kilo Bu?

Petani 1 : Ada 1 ton Bu untuk panen pertama ini.

Pedagang : Ok, ini uangnya, nanti biar anak buah saya saja untuk mengangkatnya. Oh iya, nanti panen berikutnya jual sama saya saja lagi, harganya sama saja kan?

Petani 1 : Iya..iya.. Bu, terimakasih

Pedagang : Eh ngomong-ngomong rumah Recci dan Weni dimana?

Petani 1 : Oh disebelah Bu

Pedagang : Baiklah kalau begitu, saya permisi dulu

Pedagang : permisi dan pergi kerumah Recci dan Weni

Petani 2 : Eh Ibu, silahkan Bu. Cabainya ini sudah saya siapkan

Petani 3 : Iya Bu, ini yang saya. Langsung saja Bu.

Pedagang : (melihat cabai kedua petani) Kalau cabainya begini aku hanya bisa membayar Rp15.000, karena cabainya tidak se bagus dan sebesar cabai Mita. Apalagi cabai milik Recci, pendek-pendek lagi. Masih mending yang Weni, tapi... masih bagus cabainya mita tadi. Bagaimana? Ya tidak?

Petani 3 : Memangnya mana contoh cabe punya Mita Bu?

Petani 2 : Iya mana Bu?

Pedagang : Gak pake kilo-kiloanlah, ini 1 ton. Mana baru panen lagi.

Petani 2 dan 3 : Hah.....!! 1 ton????!!

Petani 2 : Yang aku saja Cuma 100 kg untuk panen pertama.

Petani 3 : Wah gilanya hasil panen mita. Berapa Ibu hargai cabainya sekilo?

Pedagang : Rp30.000,-

Petani 3 : Busyet dah, 30 juta satu kali panen. Pake jampi-jampi apa dia sampai kayak gitu.

Pedagang : Sudah-sudah, bagaimana? Mau tidak?

Petani 3 : Oke deh (dengan lesu)

Pedagang : Ni uangnya, nanti anak buah saya yang akan mengangkatnya.

■ Stage 6

Petani 3 : Aku heran, kok si mita bisa panen sebanyak itu ya??

Petani 2 : Iya ya. Apa dia pake obat baru untuk tanamannya?

Tiba-tiba di jalan mereka bertemu dengan seorang laki-laki yang berpenampilan rapi (PPL)

PPL : Maaf Bu, balai desa dimana ya?

Petani 3 : Bapak ini siapa ya? Kayaknya bukan orang sini.

PPL : Oh, kenalkan, saya dari dinas Pertanian. Begini Bu, saya kesini untuk mengadakan penyuluhan untuk para petani disini. Untuk itu saya bermaksud menemui Kepala Desa terlebih dahulu.

Petani 2 : Oh begitu ya. Jadi kalau begitu kami boleh datang dong.

PPL : Oh tentu saja, malah itu yang saya harapkan.

Petani 2 : Kalau Bapak mau ke balai desa lurus saja dan nanti ada persimpangan, belok kanan dan rumah pertama sebelah kiri, disitu balai desanya.

PPL : Oh iya, terima kasih Bu. Janagn lupa ya besok pagi jam 9 di balai desa, ajak teman-teman yang lain.

Petani 2 : Baik pak, permisi.

✚ Stage 7 (di balai desa)

PPL : Selamat pagi bapak-bapak, ibu-ibu. Saya mengucapkan terimakasih atas kehadiran bapak-bapak dan ibu-ibu pada hari ini untuk dapat mengikuti penyuluhan yang akan saya sampaikan hari ini

Selanjutnya PPL akan memberi penyuluhan mengenai masalah gulma, kerugian yang ditimbulkan dan metode pengendalian.

Petani 1 : Pak mengapa hasil panen cabainya berbeda yang pakai mulsa jerami sama yang pakai mulsa plastik hitam perak.

PPL : (menjelaskan)

Petani 2 : Oh jadi begitu ya, pantes aja cabai si Mita lebih banyak buahnya selain itu gulmanya juga tidak tumbuh jadi tidak mengganggu tanaman. Bukan begitu pak?

PPL : Oh benar sekali. Jadi disini saya menyarankan untuk penanaman cabai sebaiknya menggunakan mulsa terutama mulsa plastik hitam perak karena selain meningkatkan produksi cabai, juga mampu mengedalikan gulma secara ramah lingkungan tanpa perlu penyemprotan herbisida. mungkun itu saja penyuluhan dari saya, apabila ada permasalahan dapat langsung menghubungi saya melalui bapak Kades. Saya akhiri selamat siang.

✚ Penutup dengan saling berjabat tangan

Lampiran 6. Skenario pengelolaan gulma di danau

ITA DEBORA : Petugas pertanian
HENDRI : Kepala desa
OKA SUGANDI : Petani I
ERA MAYA SOFA : Petani II

Pendahuluan

Oka dan Era adalah penduduk Desa Sukamaju di Muko-muko, mereka bekerja sebagai petani di desanya dan mereka mempunyai lahan sekitar $\frac{1}{2}$ ha yang dijadikan lahan untuk menanam padi. Mereka mendapatkan air irigasi dari waduk yang ada di desa tersebut, yang berasal dari danau di sekitar waduk yang dialirkan ke aliran air irigasi sehingga sawah yang ada di desa tersebut dapat diairi dengan menggunakan air irigasi tersebut.

Para petani di Desa Sukamaju sangat senang sekali sebab padi mereka dapat produksi dengan baik, tetapi tahun-tahun berikutnya produksi padi para petani makin lama makin menurun karena air yang berasal dari waduk sangat sedikit yang dapat mengalir sehingga ada sawah yang dapat diairi dan ada juga yang tidak dapat diairi. Nah, kebetulan sawah punya Pak Oka dan Ibu Era sering tidak terairi, sehingga tanaman padinya sedikit kering. Maka dari itu baik Pak Oka dan Bu Era ingin menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh padi mereka tetapi mereka tidak tahu bagaimana caranya.

Pada suatu hari Pak Oka datang dan melihat tanaman padinya yang semakin lama semakin memperhatikan saja.

Petani I : "Ya, Tuhan... kenapa bisa jadi begini? Padahal kan tahun-tahun yang lalu padi saya masih dapat tumbuh dengan baik, tapi sekarang malah menurun."
Tiba-tiba datanglah Bu Era menghampirinya.

Petani II : "Loh Pak, mengapa termenung? Hati-hati lho nanti bisa kerasukan."

Petani I : "Eh, ada Ibu Era. Ya, Bu, gimana saya tidak termenung, lihat itu semua padi saya semakin lama semakin kacau saja."

Petani II : "Betul juga ya, Pak. Tanaman padi saya juga hampir sama dengan tanaman padi bapak, padahal tahun yang lalu tidak seperti ini, padi kita selalu tumbuh dengan baik dan subur. Tapi sekarang kenapa malah jadi hampir kering, ya? Padahal kan kita punya waduk yang airnya banyak. Ada apa ya, Pak?"

Petani I : "Saya juga kurang mengerti, Bu."

Tiba-tiba Bu Era melihat ada petugas dari pertanian datang bersama Pak Kepala Desa menuju ke aliran waduk irigasi, dengan herannya dia melihat dan seketika itu juga dia bertanya pada Pak Oka.

Petani II : "Pak, coba lihat di sana, kenapa ada petugas pertanian datang ke desa kita, ya? Terus mengapa pula Pak Kepala Desa ikut bersamanya?"

Petani I : "Oh, benar juga Bu, ada apa, ya? Gimana biar kita tidak penasaran kita hampiri saja ke situ, agar kita tahu apa tujuan mereka datang ke desa kita?"

Petani II : "Ya, Pak, kalau begitu mari kita pergi ke sana."

Di tempat aliran waduk, petugas pertanian dan Pak Kepala Desa datang ke danau dan melihat bahwa air waduk irigasi mereka banyak terdapat gulma yang hidup di sana. Sehingga

jelaslah sudah mengapa air sulit dialirkan ke semua lahan-lahan sawah yang ada di Desa Sukamaju tersebut.

Petugas pertanian: "Wah, ternyata inilah penyebab mengapa air irigasi desa bapak mampet dan tidak semua lahan dapat teraliri, ini dikarenakan adanya gulma di danau ini, Pak."

Dengan heran Pak Kepala Desa bertanya dalam hatinya, apa hubungannya tanaman eceng gondok bisa mempersulit aliran air. Akhirnya biar tidak penasaran beliau langsung bertanya.

Pak Kepala Desa : "Maaf, Bu, saya ingin bertanya, apa hubungannya tanaman eceng gondok terhambatnya aliran irigasi kami?"

Petugas pertanian: "Begini loh Pak, tanaman eceng gondok menurut bidang pertanian bila dilihat posisi tumbuhan itu sekarang dapat merugikan sebab kedatangannya di danau sebagai tumbuhan pengganggu yang disebut sebagai gulma. Tapi di sisi lain tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk kerajinan tangan, tapi tidak semua orang tahu sehingga terkadang tumbuhan tersebut tumbuh saja di danau dan tidak dapat dimanfaatkan."

Pak Kepala Desa : "Emangnya tumbuhan eceng gondok ini mengapa bisa menghambat aliran irigasi kami?"

Petugas pertanian: "Begini Pak, tumbuhan eceng gondok tersebut dapat memperlambat kinerja aliran waduk sehingga saat air dialirkan ke sawah, maka dengan cepat juga tumbuhan eceng gondok akan mengikuti aliran air tersebut. Nah, saat sampai di mulut waduk tumbuhan eceng gondok tersebut tersangkut dan gara-gara itulah hanya sedikit air yang dapat dialirkan dan hanya sebagian sawah saja yang terairi."

Pak Kepala Desa : "Oh...begitu ya, Bu. Jadi bagaimana cara mengatasinya?"

Petugas pertanian: "Karena tumbuhan eceng gondok tidak terlalu banyak maka kita lakukan saja pembabatan gulma tersebut dan gulma yang ada di mulut waduk juga tetap dibersihkan. Dengan bantuan masyarakat kerjanya akan jadi lebih cepat."

Pak Kepala Desa : "Ya, saya mengerti sekarang. Terima kasih, Bu, telah membantu desa kami dari permasalahan ini."

Petugas pertanian : "Sama-sama, Pak."

Mendengar kejelasan dari petugas pertanian tersebut, akhirnya Pak Oka dan Bu Era dapat tersenyum. Dan setelah mendengar pengumuman dari Pak Kepala Desa bahwa besok hari Minggu dilakukan kerja bakti, mereka bersemangat sekali untuk ikut ambil bagian demi tanaman padi mereka dapat tumbuh dengan baik.